

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ROBERTO KORTE MENTZ**

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE DADOS COLETADOS NA CONSTRUÇÃO DE  
CURVAS IDF NO RIO GRANDE DO SUL**

**São Leopoldo**

**2021**

ROBERTO KORTE MENTZ

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE DADOS COLETADOS NA CONSTRUÇÃO DE  
CURVAS IDF NO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Civil, pelo Curso de  
Engenharia Civil da Universidade do Vale  
do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof Msc. Arthur da Fontoura Tschiedel

São Leopoldo

2021

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus pelas oportunidades recebidas, por sempre iluminar meus caminhos e que tenho certeza, esteve comigo em todos os momentos.

Ao meu orientador, Professor Mestre Arthur da Fontoura Tschiedel, pela competência, dedicação, disponibilidade e encorajamento durante esta etapa da minha formação. Meu respeito e admiração.

A minha família pelo amor, carinho, exemplo e compreensão nos momentos de dedicação à realização deste trabalho.

Aos amigos, colegas da BEM Engenharia e a meus companheiros que não estiveram comigo presencialmente pela amizade, apoio e suporte em vários momentos importantes.

Minha gratidão a todos!

## RESUMO

O estudo das chuvas intensas é de grande importância para o entendimento do comportamento das bacias hidrográficas, fornecendo informações que permitem a gestão de cheias, e principalmente, o dimensionamento de estruturas hidráulicas. A quantificação da vazão de projeto resultante de processos de precipitação, geralmente é estimada a partir de equações intensidade-duração-frequência (IDF) que são construídas utilizando séries históricas de chuvas. As alterações climáticas estão cada vez mais perceptíveis e estudos tem apresentado a existência de alterações e tendências nas precipitações, fator que pode comprometer o dimensionamento adequado de obras hidráulicas, trazendo prejuízos à população, como os alagamentos nas cidades, perdas econômicas e até vidas humanas. À vista disso, este trabalho buscou construir equações de intensidade-duração-frequência (IDF) de chuvas para dois períodos de trinta anos, 1960 a 1989 e 1990 a 2019, considerando dados pluviométricos de dezoito estações do estado do Rio Grande do Sul com o objetivo de verificar se já é possível identificar influência das variabilidades climáticas na consolidação de curvas IDFs. As séries de precipitações foram analisadas estatisticamente, foi verificada a ocorrência de *outliers*, e então foram separadas em duas situações, uma considerando, e outra removendo os valores atípicos encontrados. Realizado o ajuste a distribuição de Gumbel, para os tempos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25 e 50 anos as precipitações foram desagregadas utilizando os coeficientes propostos pela CETESB (1979) para as durações de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 120, 180, 360, 720 e 1440 minutos. Então foram construídas as curvas IDF para os dois cenários e dois períodos. Ao comparar as intensidades das precipitações resultantes da distribuição de Gumbel considerando as séries completas na análise observou-se que treze estações (77,2%) apresentam intensidades maiores no segundo período em estudo, sendo a maior delas de 44,4% superior ao período anterior. Removendo os valores atípicos das series doze estações (66,7%) apresentam diferenças relativas positivas, indicando valores maiores para o intervalo de 1990 a 2019. Os resultados obtidos permitem inferir que nas precipitações estimadas pelas equações IDF há um maior número de diferenças relativas positivas e em sua maioria inferiores, ou próximas a 10% de diferença. Além disso, as médias gerais das diferenças mostraram uma tendência de aumento com o aumento do tempo de retorno.

**Palavras-chave:** Equações IDF. Tendências do comportamento da chuva. Variabilidade climática.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Tipos de chuva pela origem do processo.....	12
Figura 2.2 – Pluviômetro (a) e pluviógrafo (b) .....	14
Figura 2.3 - Estações pluviométricas no RS.....	15
Figura 2.4 – Mudanças projetadas na temperatura e precipitação a 1,5 °C e 2 °C do aquecimento global em comparação ao período pré-industrial (1861-1880) .....	26
Figura 3.1 – Mapa das bacias hidrográficas do RS.....	30
Figura 3.2 – Localização das Estações Pluviométricas Estudadas.....	31
Figura 4.1 – Fluxograma da metodologia do estudo .....	32
Figura 4.2 – Interface de download dos dados ANA Data Acquisition .....	33
Figura 4.3 – Interface principal Super Manejo de Dados .....	34
Figura 4.4 – Interface de configuração das estatísticas a serem geradas pelo Super Manejo de Dados .....	34
Figura 5.1 – Diferenças relativas (com <i>outliers</i> ) .....	39
Figura 5.2 – Precipitações distribuição de Gumbel .....	40
Figura 5.3 – Curvas IDF estação 2853014 - Quinze de Novembro.....	42
Figura 5.4 - Curvas IDF estação 2851021 - Vila Flores .....	42
Figura 5.5 - Médias das diferenças relativas considerando toda a série de dados ...	44
Figura 5.6 – Mapa das estações conforme diferenças relativas.....	45
Figura 5.7 - Diferenças relativas (sem <i>outliers</i> ) .....	47
Figura 5.8 – Precipitações distribuição de Gumbel .....	48
Figura 5.9 - Curvas IDF Estação 2854003 - Giruá .....	51
Figura 5.10 - Curvas IDF Estação 2753004 - Sarandi.....	52
Figura 5.11 - Médias das diferenças relativas desconsiderando os <i>outliers</i> .....	54
Figura 5.12 – Mapa das estações conforme diferenças relativas (sem <i>outliers</i> ).....	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Coeficientes de desagregação CETESB (1979) .....	22
Tabela 3.1 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo .....	31
Tabela 5.1 – Estações com diferenças relativas predominantemente positivas .....	38
Tabela 5.2 – Estações com diferenças relativas predominantemente negativas .....	39
Tabela 5.3 – Coeficientes equações IDF .....	41
Tabela 5.4 – Diferenças relativas das precipitações estimadas pelas equações IDF para a estação 2851021 .....	43
Tabela 5.5 – Diferenças relativas médias das estações .....	44
Tabela 5.6 – Médias das diferenças relativas considerando toda a série de dados..	45
Tabela 5.7 – Outliers identificados .....	46
Tabela 5.8 – Estações com diferenças predominantemente positivas (sem <i>outliers</i> ) .....	49
Tabela 5.9 – Estações com diferenças predominantemente negativas (sem <i>outliers</i> ) .....	50
Tabela 5.10 – Coeficientes das equações IDF (sem <i>outliers</i> ) .....	50
Tabela 5.11 – Diferenças relativas médias das estações (sem <i>outliers</i> ) .....	52
Tabela 5.12 – Médias das diferenças relativas desconsiderando os <i>outliers</i> .....	53

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
1.1	Tema	9
1.2	Delimitação do tema	9
1.3	Problema	10
1.4	Objetivos	10
1.4.1	Objetivo geral	10
1.4.2	Objetivos específicos	10
1.5	Justificativa	10
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>12</b>
2.1	Mensuração de dados de chuva	13
2.2	Análise dos dados de chuva	15
2.2.1	Verificação de dias falhos nas séries	16
2.2.2	Determinação dos valores máximos	17
2.2.3	Verificação da presença de valores atípicos ( <i>outliers</i> )	17
2.2.4	Ajuste a distribuições estatísticas	18
2.3	Curvas IDF	19
2.4	Coeficientes de desagregação de chuvas	21
2.5	Estatística	22
2.6	Mudanças climáticas	23
2.7	Revisão de trabalhos anteriores	27
<b>3</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>37</b>
5.1	Considerando as séries completas	37
5.2	Removendo <i>outliers</i>	46
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>56</b>
	REFERÊNCIAS	57
	ANEXO A – DADOS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS	60
	ANEXO B – CHUVA ESTIMADA E CURVAS IDF CONSIDERANDO AS SÉRIES COMPLETAS	65



## 1 INTRODUÇÃO

As chuvas intensas são as que geram grande volume precipitado em intervalos curtos de tempo e seu estudo é de grande importância para o entendimento do comportamento das bacias hidrográficas e da drenagem urbana.

A quantificação da vazão resultante desses processos é fator preponderante para dimensionamentos de projetos de drenagem, sendo necessária, portanto, a inicial quantificação de volumes de chuva, bem como suas relações com tempos de retorno de probabilidades de ocorrência. Geralmente estes eventos são estimados através de relações de intensidade-duração-frequência (curvas IDF) que são construídas utilizando séries históricas de chuvas e pela sua importância em projetos as curvas IDF devem ser confiáveis.

Atualmente os dados de chuva podem ser medidos a partir de dispositivos como os pluviógrafos e os pluviômetros, tipicamente devendo possuir longos períodos de observação e poucas falhas para a determinação de uma IDF. Os dados pluviográficos apresentam maior detalhamento dos eventos com diferentes durações, porém há maior complexidade de utilização e são raros no país quando comparados aos dados pluviométricos, que são disponibilizados em maior número, com a maioria dessas estações possuindo medições diárias, as quais não correspondem a um evento constante. Nestes casos, para determinação de curvas IDF é utilizado o método de desagregação das chuvas diárias em intervalos de tempo menores.

Até um passado recente essas relações sempre foram utilizadas partindo do pressuposto que observações do passado refletiriam observações do futuro. Entretanto, as alterações climáticas estão cada vez mais perceptíveis e com isso o aumento da frequência de eventos de precipitação extremos vem sendo observado (Lima *et al.* 2018 *apud* SANTANA; SOUZA; LUZ, 2020). Os referidos autores utilizaram modelos de projeção climática e atualizaram curvas IDF para 18 localidades na bacia do rio Han, na Coreia do Sul, e com isso projetaram um aumento entre 23 e 30% da frequência de eventos extremos.

O crescimento populacional e a urbanização acabam impermeabilizando o solo, aumentando assim, o escoamento superficial das águas das chuvas, o que gera maior demanda das estruturas de drenagem. Tratando-se de um evento extremo há a possibilidade de gerar a sobrecarga e defasagem desse sistema.

Dessa forma, o subdimensionamento das obras hidráulicas traz prejuízos à população, como os muitos alagamentos nas cidades, perdas econômicas e até vidas humanas, podendo estar ligado à qualidade dos dados históricos utilizados nos projetos, de forma que alguns estudos relatam a necessidade de atualização das curvas IDF com dados atuais, como o de Britto e Kellner (2016) onde apresentaram a atualização da equação IDF para a cidade de São Carlos (SP) e observaram uma diferença em relação a equação construída em 1991 variando de 1% a 80% conforme a diminuição da duração e do tempo de retorno.

Por outro lado, Santana, Souza e Luz (2020) investigaram alterações e tendências históricas nas precipitações da cidade de Salvador considerando 87 anos de dados e notaram que de modo geral há uma tendência de redução das intensidades de precipitação no município.

Além disso, estão sendo realizados estudos aliando dados históricos de chuvas com séries de precipitações provenientes modelos de projeções globais da situação climática futura para fornecer subsídios confiáveis ao manejo hídrico. (SCHARDONG; SRIVASTV; SIMONOVIC, 2014; WESCHENFELDER *et al.*, 2019).

À vista disso, este trabalho buscará construir equações de intensidade-duração-frequência (IDF) de chuvas para dezoito estações pluviométricas do estado do Rio Grande do Sul considerando dados de dois intervalos de trinta anos, o primeiro correspondendo aos anos de 1960 a 1989 e o segundo de 1990 a 2019, com o objetivo de verificar a identificação de possível influência que poderiam estar sendo ocasionadas por mudanças e variabilidades climáticas.

## **1.1 Tema**

Estudo de eventos de precipitação intensa através de curvas de intensidade-duração-frequência em cenário de mudanças climáticas.

## **1.2 Delimitação do tema**

Estudo de eventos de precipitação intensa entre os anos de 1960 e 2019 para algumas estações localizadas no Rio Grande do Sul.

### 1.3 Problema

Considerando os diversos fatores que influenciam na mudança de comportamento das chuvas para uma região, qual a influência do período de dados utilizados nos resultados das curvas IDF para um mesmo local?

### 1.4 Objetivos

#### 1.4.1 Objetivo geral

Verificar alterações no comportamento de curvas intensidade-duração-frequência para municípios do Rio Grande do Sul considerando diferentes períodos de obtenção de dados pluviométricos.

#### 1.4.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são citados a seguir:

- Analisar métricas utilizadas em estudos dessa natureza;
- Obter e tratar as séries históricas de chuva;
- Construir curvas IDF a partir de diferentes períodos para a mesma série;
- Comparar diferenças entre as curvas IDFs construídas.

### 1.5 Justificativa

Visto a existência de tendências nas precipitações intensas com o passar dos anos como as notadas no Brasil por Britto e Kellner (2016) na cidade de São Carlos (SP), Souza e Luz (2020) na cidade de Salvador (BA) e por Lima *et al.* (2018 *apud* SANTANA; SOUZA; LUZ, 2020) na Coréia do Sul, há a preocupação de falha antecipada dos dispositivos de manejo hídrico que possa ocorrer pelo subdimensionamento das precipitações de projeto como as notadas por Cheng e Aghakouchak (2014 *apud* SANTANA; SOUZA; LUZ, 2020) ao avaliarem os dados de estações climatológicas em diferentes estados dos EUA, onde verificaram que houve

subestimativa das precipitações em 60% das áreas estudadas ao considerar a estacionariedade das séries históricas.

Milly *et al.* (2008 *apud* SANTANA; SOUZA; LUZ, 2020) afirmam que devido a ações humanas sobre o meio, como por exemplo, a construção de grandes infraestruturas, mudanças nos cursos hídricos e de uso do solo juntamente com a variabilidade natural do ciclo hidrológico comprometem a hipótese de estacionariedade das variáveis hidrológicas.

Considerando aspectos de variabilidades climáticas Nunes *et al.* (2021) buscaram propor uma nova curva IDF diante da perspectiva de não-estacionariedade para a cidade de Belo Horizonte onde notaram que para o ano de 2018 para altas probabilidades de excedência a nova equação estima intensidades até 15% maiores que a curva IDF atualmente em vigor. Os autores observaram também que para o ano de 2040 a nova equação proposta resultou em valores estimados até 48% maiores.

Portanto se faz necessário a atualização das equações de chuvas intensas avaliando a possível existência de tendências e variações que comprometam, principalmente, o dimensionamento de estruturas de manejo, proteção e drenagem das águas pluviais.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica desse documento se inicia com apresentação de conceitos relevantes para o desenvolvimento dos objetivos propostos, trazendo-se inicialmente o conceito e os tipos de precipitação.

A precipitação é compreendida como a água da atmosfera que cai sobre a superfície, podendo ser na forma de chuva, granizo, neve ou neblina. A água presente na atmosfera encontra-se, principalmente, em forma de vapor e a quantidade que ela pode conter está ligada a fatores como temperatura e pressão, aumentando com o aumento da temperatura do ar e o inverso para a diminuição (TUCCI *et al.* 2014).

Por apresentar grande diferença de temperatura, mais elevada junto a superfície e diminuindo com o aumento da altitude, a quantidade de água que o ar pode conter varia e através do movimento ascendente de massas de ar úmido, geralmente, ocorre formação das nuvens de chuva, uma vez que, sua temperatura tende a baixar por estar mais distante da superfície, e através da causa desse movimento se diferencia as chuvas frontais, orográficas ou convectivas que são os principais tipos de chuva e estão demonstradas na Figura 2.1 (COLLISCHONN; DORNELLES, 2015).

As chuvas frontais ocorrem quando há o encontro de duas grandes massas de ar de diferentes temperaturas e umidade. A massa de ar mais fria tende a descer por ser mais denso, enquanto a massa mais quente e, normalmente, mais úmida, tende a ser empurrada para cima por ser mais leve, onde sua temperatura diminuirá que resulta na condensação do vapor. Chuvas frontais apresentam grande duração e atingem grandes extensões, já que, as massas de ar que a formam ter centenas de quilômetros (COLLISCHONN; DORNELLES, 2015).

Figura 2.1 - Tipos de chuva pela origem do processo



Fonte: COLLISCHONN; DORNELLES (2015)

As chuvas orográficas ocorrem devido a ventos que obrigam massas de ar quente e úmido a subir quando encontram barreiras do relevo, logo, a temperatura do ar diminui e a umidade condensa, formando nuvens junto aos picos de serras e cordilheiras onde chove com frequência.

Ocorrendo comumente nos fins de tarde de maneira concentrada sobre pequenas áreas as chuvas convectivas costumam ser de curta duração e alta intensidade, gerando um grande volume de escoamento em pequeno intervalo de tempo, por esse motivo, são de grande importância para os estudos de precipitações intensas que norteiam a determinação de chuvas de projeto para dimensionamento de estruturas hidráulicas. Elas têm grande impacto em pequenas bacias e normalmente são a origem de inundações. (TIRADENTES; MAMEDES, 2020). As chuvas convectivas ocorrem pelo aquecimento de massas de ar pequenas que estão próximas a superfície quente, e com o aumento da temperatura a massa de ar carregando umidade sobe para níveis mais altos onde a água condensará devido as temperaturas baixas, formando nuvens verticais com seu topo podendo chegar a quinze quilômetros de altitude e base próxima a superfície. (COLLISCHONN; DORNELLES, 2015; SILVA, L., 2015).

## **2.1 Mensuração de dados de chuva**

A medição das chuvas é realizada utilizando instrumentos específicos que recolhem a água precipitada, podendo ser pluviômetros ou pluviógrafos ilustrados na Figura 2.2. Os pluviômetros fornecem informações do total precipitado entre duas medições, no Brasil essas medições ocorrem normalmente ocorrem uma vez por dia no período da manhã e correspondem a maioria dos dados históricos de chuva.

Os pluviógrafos são capazes de registrar os eventos de chuva e sua variação ao longo do tempo em um gráfico nomeado pluviograma o que permite analisar de forma mais detalhada e com maior precisão os eventos de chuva.

Os instrumentos são instalados a uma altura de 1,5 metros do chão e com afastamento mínimo de construções, árvores e qualquer obstáculo que comprometa a medição para que se mantenha livre o espaço acima de um ângulo de 30° a 45° em relação ao horizonte. Recomenda-se ainda que os instrumentos não sofram incidência direta de ventos (COLLISCHONN; DORNELLES, 2015).

Os dados pluviográficos apresentam maior detalhamento dos eventos com diferentes durações, porém há maior complexidade de utilização e são raros no país quando comparados aos dados pluviométricos, que são disponibilizados em maior número, com a maioria dessas estações possuindo medições diárias. Nestes casos, para determinação de curvas IDF é utilizado o método de desagregação das chuvas diárias em intervalos de tempo menores.

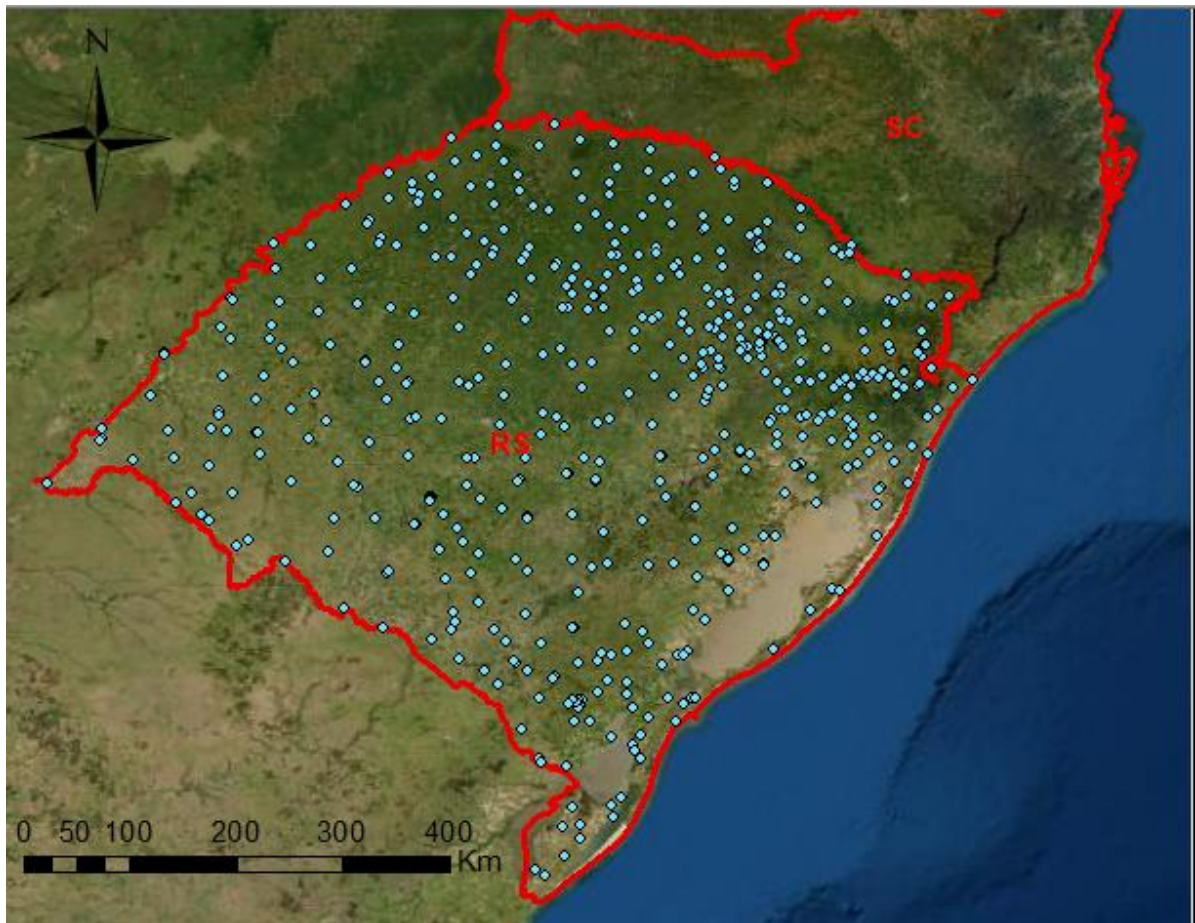
Figura 2.2 – Pluviômetro (a) e pluviógrafo (b)



Fonte: ROCHA (2016); ARBOLEYA (2006)

Tipicamente estes dispositivos fazem parte da Rede Hidrometeorológica Nacional, que é coordenada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) conta com 14822 estações de monitoramento em todo o país que são operadas por diferentes instituições, entidades e empresas. De acordo com os dados de junho de 2021 do sistema de dados abertos da ANA, há no país 12325 estações pluviométricas, porém nem todas possuem dados disponíveis e apenas 1563 contam com pluviógrafos. No estado do Rio Grande do Sul há 720 estações pluviométricas e 88 possuem pluviógrafos. A Figura 2.3 apresenta a distribuição das estações pluviométricas no estado do RS.

Figura 2.3 - Estações pluviométricas no RS



Fonte: Elaboração Própria

Dado que o monitoramento realizado pelas estações se torna restrito a área onde estão inseridas, não atendendo todo do território nacional há ainda outros métodos para gerar informações sobre as precipitações, como a utilização de radares meteorológicos e através de imagens capturadas por sensores instalados em satélites (COLLISCHONN; DORNELLES, 2015).

## 2.2 Análise dos dados de chuva

De acordo com Collischonn e Dornelles (2015) a chuva é caracterizada por sua altura pluviométrica, duração, intensidade e frequência.

A altura pluviométrica corresponde à altura da lâmina de água que cobriria uma superfície horizontal plana, medida em milímetros, sendo que um litro de água distribuído sobre um metro quadrado corresponde a um milímetro.



A duração é o período de tempo em que o evento de chuva ocorre, normalmente medido em minutos ou horas.

A intensidade é a relação entre a altura pluviométrica e a duração do evento expressa em mm/h.

A frequência é o número de ocorrências de um evento em certo intervalo de tempo. Em estudos hidrológicos geralmente a frequência é expressa pelo tempo de retorno (TR) que corresponde ao inverso da frequência ( $TR = 1/f$ ), sendo a estimativa de tempo em que um evento é igualado ou superado, em média. Eventos pouco intensos ocorrem frequentemente e possuem tempo de retorno curto e eventos muito intensos tipicamente possuem tempo de retorno longo (ABREU, 2018), de forma que seus valores podem ser estudados a partir do uso de técnicas estatísticas apresentadas no item a seguir.

### 2.2.1 Verificação de dias falhos nas séries

A finalidade da instalação de instrumentos de mensuração das chuvas é construir uma série contínua de precipitações, porém podem ocorrer falhas de medição, perda de dados, períodos sem observações. Collischonn e Dornelles (2015) relatam que as causas mais comuns de falhas nas observações são:

- Preenchimento incorreto do valor na caderneta de campo;
- Soma errada do número de provetas quando há uma precipitação elevada;
- Valor estimado pelo observador, por não se encontrar no local no dia da amostragem;
- Surgimento de obstrução próxima ao posto de observação;
- Danificação do aparelho;
- Problemas mecânicos no registrador gráfico;
- Transcrição incorreta da planilha do observador para o banco de dados.

Os mesmos autores recomendam a análise da consistência da série para identificar e possivelmente corrigir os erros.

O número máximo de dias falhos para que não se descarte o ano na análise de precipitações varia conforme o estudo e disponibilidade de dados. Britto e Erich (2016) em seu estudo de precipitações para a cidade de São Carlos (SP) consideraram os

anos que apresentaram menos de 10 dias falhos, ou que não tiveram falha no período chuvoso. Já Caldeira (2014) em seu estudo de chuvas intensas no estado do Rio Grande do Sul considerou apenas os anos sem nenhuma falha nos dados, visto que, nesses dias, nos quais houve problemas nos dados, podem ter ocorrido eventos superiores ao maior encontrado dentre os valores registrados, o que acabaria por subestimar a série de máximos.

### 2.2.2 Determinação dos valores máximos

Conforme Eber (2013) a análise estatística de precipitações intensas pode ser realizada utilizando dois tipos de séries: As séries de máximos anuais, e as Séries de duração parcial.

As séries de máximos anuais são mais comumente utilizadas, onde são selecionados os maiores valores no intervalo de tempo de um ano, para cada duração de interesse. Por outro lado, quando se trabalha com as séries de duração parcial são selecionadas as observações superiores a um valor limite para cada duração de chuva. Segundo Tucci *et al.* (2014) esse tipo é utilizado para séries com poucos anos de observação, menos de 12, e para tempos de retorno inferiores a 5 anos.

### 2.2.3 Verificação da presença de valores atípicos (*outliers*)

Em um conjunto de observações, um elemento pode ser considerado estatisticamente atípico, um *outlier*, quando se desvia significativamente da amostra, podendo afetar o ajustamento de uma distribuição probabilística aos dados observados. Naghettini e Pinto (2007) afirmam que o teste de Grubbs e Beck é habitualmente adotado para realizar essa análise e que esses valores podem ocorrer devido a falhas no processo de obtenção das informações ou devido a causas naturais atípicas.

O teste define os limites inferior  $x_I$  e superior  $x_S$  para identificar os pontos atípicos que porventura possam se encontrar acima ou abaixo deles. Sendo os limites definidos pelas expressões:

$$x_I = \exp(\bar{x} - k_{N,\alpha} S_X) \quad (2.1)$$

$$x_S = \exp(\bar{x} + k_{N,\alpha} S_X) \quad (2.2)$$

nas quais  $\bar{x}$  e  $S_x$  são, respectivamente, a média e o desvio padrão de uma amostra de tamanho  $N$ ;  $k_{N,\alpha}$  representa o valor crítico da estatística de Grubbs e Beck, para um nível de significância  $\alpha$ .

Pilon *et al.* (1985 *apud* NAGHETTINI; PINTO, 2007, p. 287) propõem a aproximação do valor crítico  $k_{N,\alpha}$  para um nível de significância  $\alpha = 10\%$  pela expressão:

$$k_{N,\alpha=0,10} = -3,62201 + 6,28446N^{1/4} - 2,49835N^{1/2} + 0,491436N^{3/4} - 0,037911N \quad (2.3)$$

De acordo com o teste de Grubbs e Beck os valores observados superiores ou inferiores aos limites definidos considerando o valor crítico da equação 2.3 estariam desviando significativamente dos dados e deveriam ser considerados atípicos (NAGHETTINI; PINTO, 2007).

Naghettini e Pinto (2007) salientam que essa metodologia deve ser aplicada com parcimônia de forma a não excluir chuvas máximas importantes, sendo necessária uma investigação suplementar sobre as causas do valor atípico. Caso se verifique que o resultado se trata de uma medição incorreta ou sujeita a erros de processamento, deve-se removê-la da análise. Entretanto, se resultar de causas naturais, como fenômenos extremos, deve-se manter os valores atípicos incluídos na série de precipitações.

#### 2.2.4 Ajuste a distribuições estatísticas

As variáveis hidrológicas registradas ao longo do tempo formam as séries históricas, as quais são analisadas estatisticamente podendo considerar todas as observações ou apenas alguns de seus valores, como por exemplo, somente os máximos anuais que são usados frequentemente na análise de eventos extremos (SAMPAIO, 2011).

O estudo estatístico permite projetar ocorrências futuras a partir do conhecimento sobre a frequência com que uma variável assumiu certos valores em uma amostra. Para tal, as séries históricas são ajustadas utilizando distribuições teóricas de probabilidade sendo adotada a que melhor descreva o processo em análise (COLLISCHONN; DORNELLES, 2015; SAMPAIO, 2011)

Existem diversas distribuições que cumprem esse papel para eventos de precipitação. De acordo com Tucci *et al.* (2014) as principais distribuições utilizadas

para o ajuste de vazões máximas são a Log-Normal, Log Pearson III e a distribuição de Gumbel, destacada a seguir.

A distribuição de Gumbel é largamente utilizada para ajustar séries históricas de valores extremos, principalmente para precipitações máximas diárias anuais (CALDEIRA, 2014; MELLO; SILVA, A., 2005; NERILLO, 1999; SAMPAIO, 2011). Tem como função de densidade de probabilidade a equação:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[ -\frac{x - \beta}{\alpha} - \exp \left( -\frac{x - \beta}{\alpha} \right) \right] \quad (2.4)$$

na qual  $\alpha$  é o parâmetro de locação e  $\beta$  o parâmetro de escala (NAGHETTINI; PINTO, 2007).

A probabilidade, utilizando a distribuição de Gumbel, de uma determinada precipitação ser igualada ou superada segundo Collischonn e Dornelles (2015) pode ser estimada pela equação:

$$P = 1 - e^{-e^{-b}} \quad (2.5)$$

onde  $P$  é a probabilidade;  $e$  é a constante de Euler e  $b$  é dado por:

$$b = \frac{1}{0,7797 \cdot s} \cdot (x - +0,45 \cdot s) \quad (2.6)$$

onde  $x$  é a precipitação máxima,  $\bar{x}$  e  $s$  são, respectivamente, a média e o desvio padrão das precipitações máximas anuais.

Ao combinar as equações 2.24 e 2.25 a precipitação para um certo tempo de retorno é dada pela equação 2.26:

$$x = \bar{x} - s \cdot \left\{ 0,45 + 0,7797 \cdot \ln \left[ \ln \left( \frac{TR}{TR - 1} \right) \right] \right\} \quad (2.7)$$

onde  $x$  é o valor da precipitação máxima de interesse;  $TR$  é o tempo de retorno em anos e  $\bar{x}$  e  $s$  são, respectivamente, a média e o desvio padrão das precipitações máximas anuais.

### 2.3 Curvas IDF

As chuvas intensas são as precipitações de grande volume em curto intervalo de tempo, possuem potencial de gerar escoamento superficial expressivos e por isso são, em grande parte, a causa das cheias e inundações, essas que trazem prejuízos a população ao atingirem casas, comércios, estradas, arruinar plantações, destruir pontes, edificações, erodir o solo e carregar sedimentos, bem como pode trazer riscos à saúde pública ao propagar doenças de veiculação hídrica.

Devido aos impactos que as chuvas intensas podem causar, o estudo desses eventos é indispensável para a sociedade, provendo informações para a gestão de cheias, conservação do solo, manejo de bacias hidrográficas e para o dimensionamento de estruturas hidráulicas.

A análise de chuvas máximas é usualmente realizada avaliando estatisticamente a intensidade, duração e frequência ou tempo de retorno através de curvas ou equações Intensidade-Duração-Frequência (IDF). Uma das formas comuns em que se expressa essa relação é a equação 2.17:

$$I = \frac{K \cdot T_R^a}{(t + b)^c} \quad (2.8)$$

Onde  $I$  é a intensidade da chuva em mm/hora;  $K$ ,  $a$ ,  $b$  e  $c$  são coeficientes particulares de cada local;  $T_R$  é o tempo de retorno em anos;  $t$  é a duração do evento em minutos (COLLISCHONN; DORNELLES, 2015).

A equação IDF permite estimar a intensidade de uma chuva com certa duração e tempo de retorno dentro dos limites em que foi construída, essa intensidade é dado de entrada para dimensionamento de obras hidráulicas tendo grande importância para o manejo de águas de uma bacia hidrográfica.

A construção das equações IDF costuma ser realizada utilizando séries históricas de precipitação, tradicionalmente, devendo possuir longos períodos de observação e poucas falhas. O método de obtenção difere, em parte, de acordo com o instrumento de medição de precipitação que gerou a série histórica. Os dados provenientes de pluviógrafos apresentam maior detalhamento dos eventos com diferentes durações, porém, ainda são raros no país e o processamento dos dados é mais complexo.

Já, os dados originados por pluviômetros são disponibilizados em maior número e costuma apresentar uma série mais longa, no entanto a grande maioria das estações pluviométricas possuem medições diárias, que não correspondem a um evento constante. Neste caso se faz necessário o uso do método da desagregação de chuvas sendo o mais difundido no Brasil o método das relações de chuvas de diferentes durações (ABREU, 2018).

Conforme Tucci *et al.* (2014) esse método tem como base duas características analisadas:

- i) Existe a tendência das curvas de probabilidade de diferentes durações se manterem paralelas entre si;

- ii) Para diferentes locais existe grande semelhança nas relações entre precipitações médias máximas de diferentes durações, sendo que é observado que essas tendências podem sofrer leve alteração de acordo com o tempo de retorno.

Essas relações são obtidas através do quociente divisão da precipitação de diferentes durações conforme a equação:

$$r_{t1/t2} = \frac{\text{precipitação de duração } t1}{\text{precipitação de duração } t2} \quad (2.9)$$

É importante ressaltar que a precipitação diária é o valor observado entre os horários das medições pluviométricas, que ocorre geralmente às 7h para as estações da ANA, e a precipitação de 24 horas é o maior valor de chuva correspondente a um período consecutivo de 24 horas. Havendo uma estação equipada com um pluviógrafo próxima ao local em estudo é pertinente utilizar relações determinadas a partir dos dados dessa estação (COLLISCHONN; DORNELLES, 2015).

Eber (2013) apresenta as etapas para a construção das IDFs que compõem o Projeto do Atlas Pluviométrico Nacional utilizando a desagregação de chuvas diárias:

- Coletar e organizar as séries em precipitação máxima por ano;
- Verificar falhas, presença de valores atípicos;
- Avaliar a independência, homogeneidade e estacionaridade das séries;
- Realizar o ajuste dos dados a distribuições de probabilidade;
- Testar aderência das distribuições aos dados observados;
- Utilizando as distribuições teóricas de probabilidade definir os quantis para cada tempo de retorno de interesse;
- Realizar a desagregação da chuva diária de cada tempo de retorno para cada duração em análise;
- Determinar os coeficientes da equação IDF.

Para realizar a determinação dos coeficientes locais da IDF Eber (2013) recomenda o uso do algoritmo de gradiente reduzido generalizado desenvolvido por Lasdon e Waren (1981) que está disponível no Microsoft Excel Solver.

## 2.4 Coeficientes de desagregação de chuvas

O método de desagregação de chuvas utilizando as relações de chuvas de diferentes durações é amplamente empregado no país por ser de simples aplicação

(BASSO, 2015; NERILO, 1999; SAMPAIO, 2011; SANTANA, 2020). A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 1979) estabeleceu essas relações a partir do estudo de chuvas intensas realizado por Pfafstetter (1957) para pontos distribuídos no território brasileiro. Os coeficientes obtidos pela CETESB (1979) estão apresentados na Tabela 2.1:

Tabela 2.1 – Coeficientes de desagregação CETESB (1979)

Relação de durações	Relação de Chuvas
5 min / 30 min	0,34
10 min / 30 min	0,54
15 min / 30 min	0,70
20 min / 30 min	0,81
25 min / 30 min	0,91
30 min / 1h	0,74
1 h / 24 h	0,42
2 h / 24h	0,48
3 h / 24 h	0,54
6 h / 24 h	0,72
8 h / 24 h	0,78
10 h / 24 h	0,82
12 h / 24 h	0,85
24 h / 1 dia	1,14

Fonte: CETESB (1979)

## 2.5 Estatística

A análise de variáveis hidrológicas envolvendo sua variabilidade regional e temporal se vale de ferramentas estatísticas que sintetizem, em grande parte, o comportamento de um grande número de dados. Entre as mais essenciais estão a média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação e coeficiente de assimetria (COLLISCHONN; DORNELLES, 2015).

A média é calculada somando todos os valores de um conjunto e dividindo a soma pelo número de elementos somados:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (2.10)$$

A mediana é o valor que é central de um conjunto ordenado, de forma crescente ou decrescente. Havendo um número ímpar de elementos a mediana será o valor

central, no entanto se a quantidade de elementos for par a mediana será a média dos dois elementos centrais do conjunto.

A moda de um conjunto é o valor que é mais observado entre os elementos, podendo haver mais de uma moda quando diferentes elementos possuem o mesmo número de ocorrências.

O desvio padrão é uma medida que expressa o grau de dispersão de um conjunto de dados, sendo calculado pela expressão 2.29 e a variância da amostra é o quadrado do desvio padrão.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad (2.11)$$

O coeficiente de variação é a relação do quociente entre o desvio padrão e a média e representa a variabilidade dos valores em torno da média não sendo influenciado pela unidade de medida dos dados.

$$cv = \frac{s}{\bar{x}} \quad (2.12)$$

O coeficiente de assimetria  $G$  caracteriza o quanto o conjunto é assimétrico em relação à média, sendo denominada assimetria positiva no caso de  $G$  ser positivo e assimetria negativa no caso de  $G$  ser negativo.

$$G = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{N \cdot s^3} \quad (2.13)$$

Os percentis são medidas que dividem o conjunto ordenado de forma crescente em 100 partes. Um valor  $Q_k$  que possui um percentil  $k\%$  representa que  $k\%$  do conjunto são menores ou iguais a  $Q_k$ .

O histograma é a representação gráfica, em colunas, da distribuição de frequência dos dados que são divididos em classes, podendo também ser um indicador de variabilidade e assimetria.

## 2.6 Mudanças climáticas

A sobrevivência da humanidade depende de ações ágeis e efetivas de todas as nações, conforme afirmou o secretário-geral da Organização das Nações Unidas (ONU), António Guterres (2021), em um pronunciamento às vésperas da 26ª Conferência da ONU sobre as Mudanças Climáticas (COP26) “Sem ação decisiva, estamos jogando com a nossa última oportunidade de, literalmente, inverter a maré”.



Como discutido na COP26, as mudanças climáticas não são mais apenas um “desconforto” e devem passar a ser entendidas como uma emergência global com risco de vida em apenas três décadas. Mesmo que muitos compromissos já foram assinados entre os países, a ONU, declara que o planeta Terra continua no caminho para um perigoso aumento da temperatura global de pelo menos 2,7°C neste século, mesmo com as metas do acordo de Paris sendo cumpridas.

Cientistas e especialistas são claros e alertam que um aumento de temperaturas dessa magnitude até o final do século pode significar, entre outras consequências, um aumento de 62% nas áreas queimadas por incêndios florestais no Hemisfério Norte durante o verão, a perda de habitat de um terço dos mamíferos no mundo e secas mais frequentes, durando entre quatro e dez meses.

A ONU, em seus comunicados aponta a 26ª Conferência das Partes sobre Mudança Climática COP26 como uma janela de oportunidade para evitar uma série de catástrofes. Ocorrida em Glasgow, de 31 de outubro a 12 de novembro de 2021 onde contou com mais de 30 mil pessoas inscritas. Nesta edição, o encontro ganhou ainda mais importância, uma vez que durante a conferência as delegações finalizariam o “Regulamento de Paris”, que são as regras necessárias para implementar o Acordo, adotado em 2015. Desta vez, os países necessitam entrar em acordo sobre prazos comuns e acompanhamentos dos seus compromissos climáticos, como descreve a ONU. A conferência que além das negociações formais deve estabelecer novas iniciativas e coalisões para o cumprimento das ações climáticas aponta como sendo quatro os principais pontos a serem discutidos:

- Garantir que o mundo elimine as emissões de carbono até meados do século e mantenha a meta de não ultrapassar o aumento da temperatura global em 1,5°C;
- Adaptação para proteger as comunidades e habitats naturais;
- Mobilizar finanças, e
- Trabalho conjunto.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) é o órgão das Nações Unidas que fornece avaliações periódicas da base científica das mudanças climáticas, seus impactos, riscos e opção para adaptação e mitigação buscando fornecer aos governos informações que possam ser usadas para desenvolver políticas climáticas. Seu último relatório intitulado *Climate Change 2021: the Physical Science*

*Basis* desenvolvido pelo Grupo de Trabalho I do IPCC para o Sexto Relatório de Avaliação (AR6) traz as principais informações atuais sobre as mudanças climáticas.

O documento aponta que à medida que o clima se afasta de seus estados passados e atuais passaremos por eventos sem precedentes, seja em magnitude frequência, tempo ou localização. A frequência destas situações extremas tende a se intensificar de acordo com o aumento do aquecimento global. Além disso, a ocorrência combinada de vários extremos pode resultar em grandes impactos ainda não ocorridos no sistema climático planetário.

O WRI Brasil (2021), que faz parte do World Resources Institute (WRI), é um instituto de pesquisa que promove a proteção ao meio-ambiente, oportunidade de negócios e bem-estar humano, que atua em mais de 60 países, aponta 5 grandes resultados do relatório IPCC. O Instituto faz referência de que o documento oferece ao mundo uma visão clara da situação global e descreve ações transformadoras que os governos devem tomar para evitar um futuro de calamidades, já que o documento mostra que nenhuma região ficará intocada pelos impactos das mudanças climáticas. E menciona como pontos fortes:

- Estamos a caminho de atingir 1,5 °C de aquecimento mais cedo do que o previsto anteriormente;
- Limitar o aquecimento global a 1,5 °C até o final do século ainda está ao nosso alcance, mas requer mudanças transformadoras;
- A compreensão da ciência do clima – incluindo sobre a conexão com os eventos meteorológicos extremos – é mais forte do que nunca;
- As mudanças que já estamos vendo são sem precedentes na história recente e afetarão todas as regiões do globo, e
- Cada fração de aquecimento leva a impactos mais perigosos e custosos.

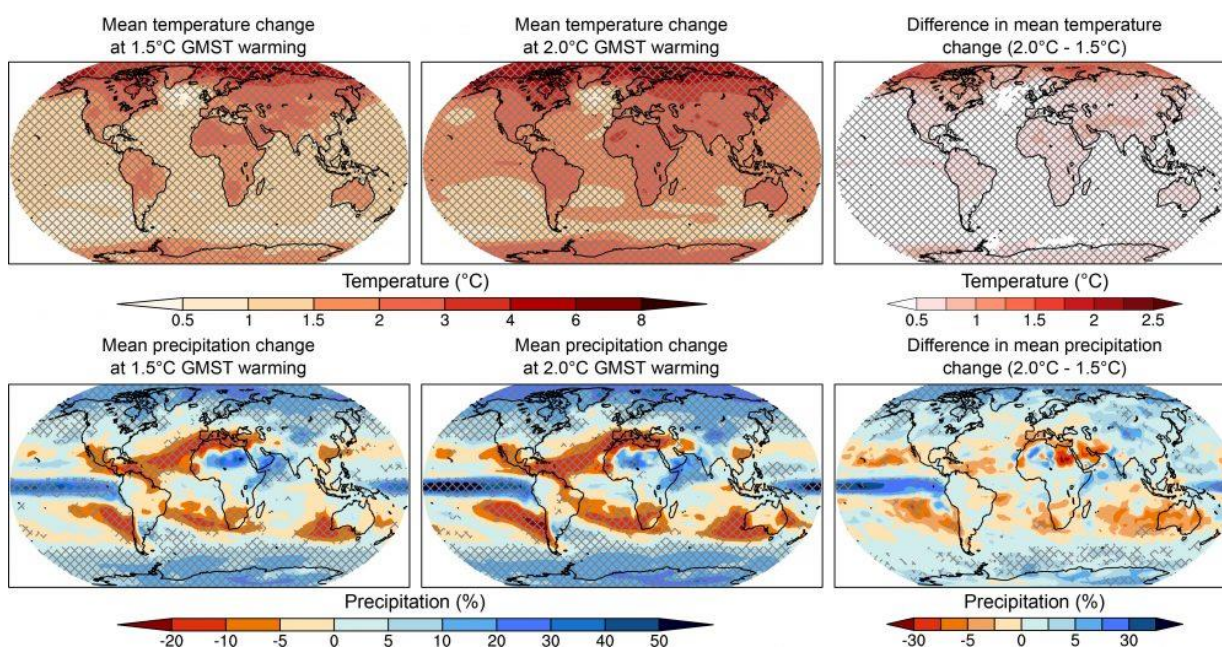
Tendo como base estudos científicos revisados por inúmeros especialistas, o relatório descreve que a mudança climática induzida pelo homem já afetou muitos aspectos do sistema climático. Em adição, ao aumento da temperatura global do planeta, muitos outros tipos de condições meteorológicas e climáticas sofreram alterações. Em grande parte das regiões, a frequência e a intensidade dos eventos de extremos quentes aumentaram, enquanto que os eventos de extremos frios diminuíram. A frequência e a intensidade dos eventos de precipitação intensa aumentaram em escala global e em grande parte das regiões terrestres. Embora

eventos extremos, como ondas de calor terrestres e marinhas, precipitação, seca, inundações costeiras, ciclones tropicais e incêndios florestais ocorreram no passado e continuarão a ocorrer no futuro com mais frequência em diferentes magnitudes em um mundo mais quente.

O grande número de estudos, com foco em eventos de temperatura extrema em diversas escalas, usando vários métodos de análise, corroboram para que os cientistas forneçam evidências de que a mudança climática causada pelo homem levou a mudanças detectáveis no ciclo da água desde os meados do século 20. O aquecimento global contribuiu para um aumento geral na umidade da atmosfera e consequentemente na intensidade de precipitação, aumento da evapotranspiração terrestre, influenciando os padrões globais de aridez e aumentaram os contrastes de salinidade da superfície e padrões de evaporação e precipitação sobre os oceanos.

A Figura 2.4 traz a representação gráfica das mudanças projetadas na temperatura média e na precipitação média com o aquecimento do planeta para os níveis de 1,5 °C e 2 °C comparando com o período pré-industrial (1861-1880) sendo que foram considerados o acordo de pelo menos dois terços dos modelos de projeção concordam com o sinal de mudança.

Figura 2.4 – Mudanças projetadas na temperatura e precipitação a 1,5 °C e 2 °C do aquecimento global em comparação ao período pré-industrial (1861-1880)



Fonte: IPCC (2021)

Em resumo, projeta-se que a precipitação global aumentará com o aquecimento. Há uma grande confiança de que a precipitação total irá aumentar nas latitudes elevadas e que a precipitação diminuirá no Mediterrâneo, no sul da África, Amazônia, América Central, sudoeste da América do Sul, sudoeste da Austrália e litoral da África Ocidental e que a precipitação das monções aumentará no Sul da Ásia e no Leste Asiático. Projeta-se que as intensidades, incluindo extremos, da precipitação média diária aumentem na maioria das regiões. Uma análise de 1875 registros de pluviométricos em todo o mundo durante o período de 1961-2018 indica que tem havido um aumento geral na probabilidade de precipitação superior a 50 mm por dia.

Visto a necessidade de adaptar as curvas IDF para esses novos cenários Martel *et al.* (2021) citam estratégias de adaptação que estão sendo adotadas atualmente. A mais simples é uso de uma porcentagem de aumento para todos os valores de chuva de projeto como, por exemplo, o que faz a Bélgica e o Reino Unido, aplicando, respectivamente, um aumento de 30% e 20% em todos os extremos de chuva.

Outra abordagem é adotar diferentes fatores de aumento que variam conforme a frequência, como a estratégia que é usada em nível nacional pela Dinamarca para projeto de chuva onde implementa fatores de segurança de 20%, 30% e 40% aos períodos de retorno de 2, 10 e 100 anos, respectivamente. Uma terceira opção é aplicar um aumento percentual com base no aumento projetado do aquecimento fornecendo fatores de correção com base no aumento local ou regional mais provável da temperatura (MARTEL *et al.*, 2021).

Algumas localidades já adotam o uso de curvas IDF futuras para diferentes horizontes de tempo, sendo uma versão atualizada do histórico curvas, mas com base na ampliação sobre o aumento dos extremos de chuva projetados pelos modelos de projeção climática (MARTEL *et al.*, 2021).

## **2.7 Revisão de trabalhos anteriores**

Pfafstetter (1957 *apud* BASSO, 2015, p. 35) realizou um dos primeiros estudos de chuvas intensas no Brasil, desenvolvendo gráficos e relações empíricas de intensidade-duração-frequência de precipitação para 98 postos distribuídos por todo o país. Utilizando os gráficos, foram determinados a maior intensidade de chuva que

excederam limites definidos de precipitação para as durações escolhidas a fim de obter em torno de 3 valores por ano. Basso (2015) ressalta que o estudo de Pfafstetter (1957) teve como base 22 anos de dados pluviográficos, sendo utilizados para definir as precipitações com durações menores que 48 horas, e 25 anos de dados pluviométricos, sendo utilizados para determinação das precipitações máximas de 1 a 6 dias.

Denardin e Freitas (1982) realizaram a construção de equações IDF para 80 estações climatológicas distribuídas por todo o país visando ampliar a abrangência de informações de intensidade máxima média das chuvas fornecendo subsídios para projetos. Concluíram, também, que devido a distribuição não uniforme das estações e a variabilidade dos coeficientes encontrados é inviável o uso de uma única equação para todo o país.

Britto e Kellner (2016) apresentaram a atualização da equação de chuvas intensas da cidade de São Carlos, localizada no estado de São Paulo, onde era utilizada uma equação construída em 1991 a partir de 27 anos de observação. A série utilizada no estudo foi obtida junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), contando com 55 anos de observações, de onde foram excluídos registros que apresentaram mais de dez falhas ou ao menos uma entre setembro e março, que corresponde ao período chuvoso. Ao verificar a ocorrência de valores atípicos (*outliers*), os autores identificaram uma ocorrência que também foi excluída objetivando um bom ajuste a distribuição de probabilidade, resultando assim em uma série com 39 anos de dados.

Britto e Kellner (2016) observaram que a nova equação resulta em valores de intensidade de precipitação superiores quando comparada com a construída em 1991, sendo que, a diferença se torna mais evidente quanto menor for o tempo de retorno. Para o tempo de retorno de 100 anos as diferenças foram de 1% a 19%, já para o tempo de retorno de 1 ano a diferença relativa variou de 50% a 80% conforme a diminuição da duração do evento. Desse modo, os autores ressaltam a importância de atualizar as equações de intensidade-duração-frequência.

Santana, Souza e Luz (2020) investigaram alterações e tendências históricas nas precipitações da cidade de Salvador ao longo de 87 anos de dados, divididos em sete janelas de dados contendo 30 anos com deslocamento de 10 anos entre elas. Em suas análises perceberam uma tendência de diminuição da quantidade anual de precipitação, entretanto, observaram um aumento das precipitações máximas ao

longo dos anos, ou seja, mesmo com a diminuição do total precipitado anualmente, há uma tendência de acontecerem eventos extremos com maior intensidade.

Para avaliar as tendências quanto ao número de dias com certo nível de precipitação os autores definiram três níveis de probabilidade de excedência, sendo 10%, 25% e 50%. O que possibilitou identificar que o número de dias com precipitações medianas tende a aumentar ao longo dos anos, enquanto o número de dias com eventos intensos tende à estacionariedade.

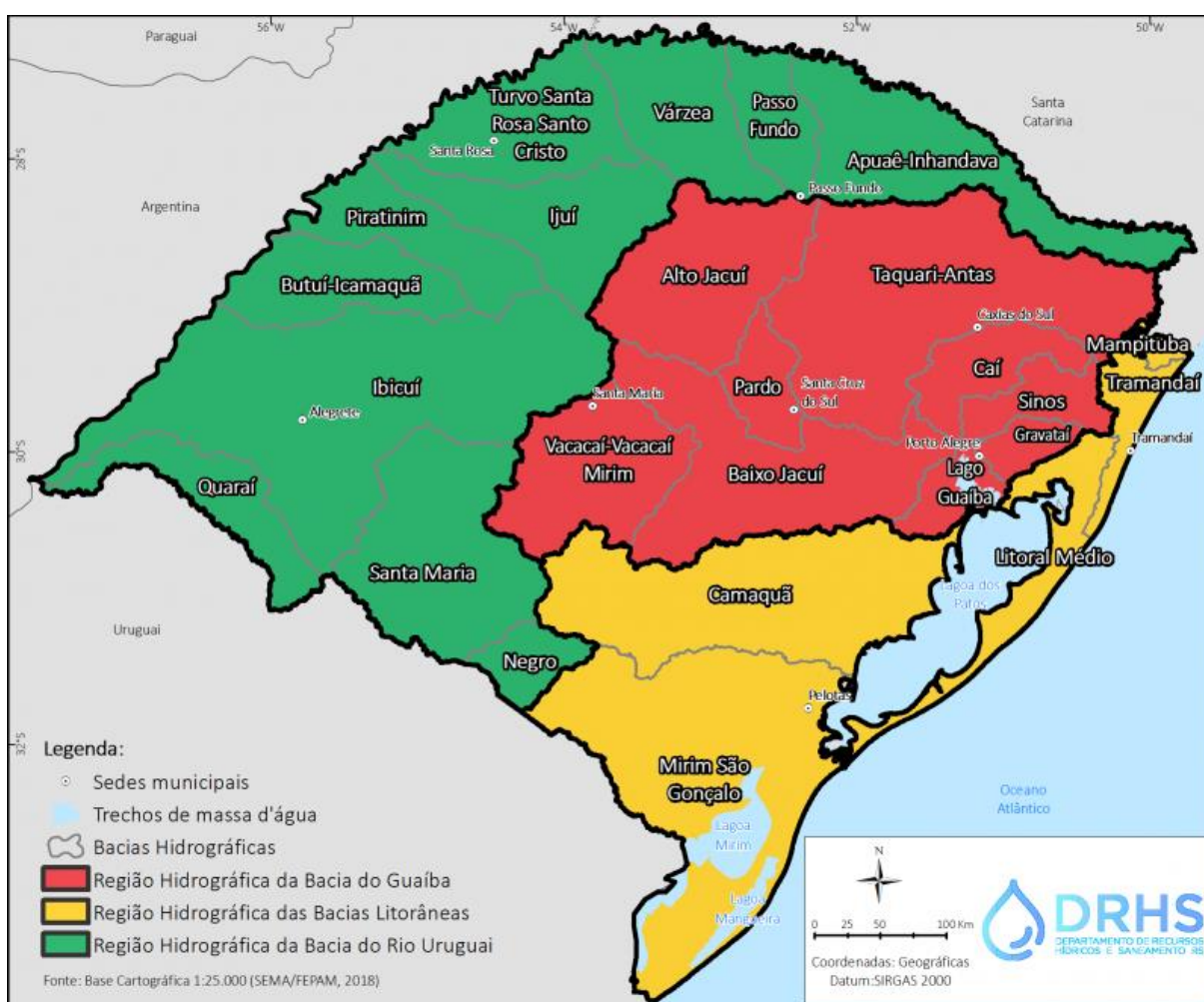
Os autores notaram também que, de modo geral, as intensidades apresentam uma tendência de redução para os tempos de retorno e durações analisados, sendo mais evidente para chuvas de curta duração e tendendo a estacionariedade à medida que se aproxima das 24 horas de duração, para quaisquer recorrências. Sendo que a taxa de redução se apresenta maior para tempos de retorno maiores.

Nunes *et al.* (2021) considerando aspectos de variabilidades climáticas buscaram propor uma nova curva intensidade-duração-frequência diante da perspectiva de não-estacionariedade para a cidade de Belo Horizonte onde notaram que para o ano de 2018 a equação antiga utilizada na cidade supera em até 9% a nova equação para baixas probabilidades de excedência (maiores tempos de retorno), enquanto para altas probabilidades a nova equação estima intensidades até 15% maiores que a curva IDF atualmente em vigor. Os autores observaram também que para o ano de 2040 a nova equação proposta resultou em valores estimados até 48% maiores.

### 3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo será limitada ao estado do Rio Grande do Sul. Segundo o Departamento de Gestão de Recursos Hídricos e Saneamento o estado possui três grandes regiões hidrográficas: a do rio Uruguai, a do Guaíba e a Litorânea que são divididas em 25 bacias hidrográficas conforme apresentado na Figura 3.1.

Figura 3.1 – Mapa das bacias hidrográficas do RS



Fonte: DRHS RS (2018)

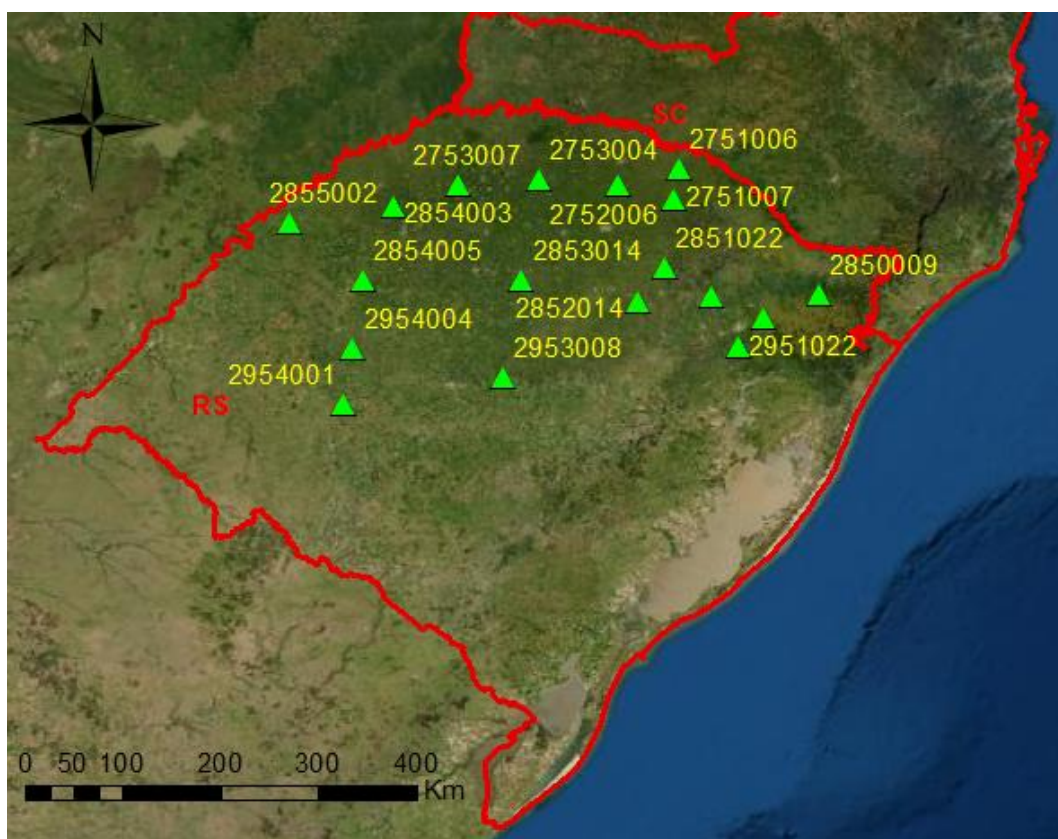
O Rio Grande do Sul possui 720 estações pluviométricas cadastradas no sistema de dados abertos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Dentre essas estações foram selecionadas as estações que possuem séries de dados contínuas de 1960 a 2019 apresentando até quatro anos com mais de três dias falhos nesse período, resultando em dezoito estações listadas na Tabela 3.1 que se concentraram na região norte do estado conforme Figura 3.2.

Tabela 3.1 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo

Código	Nome	Município	Latitude	Longitude
2751006	Paim Filho	Paim Filho	-27,7125	-51,7378
2751007	Sananduva	Sananduva	-27,9828	-51,7836
2752006	Erebango	Erebango	-27,8542	-52,3047
2753004	Linha Cescon	Sarandi	-27,8117	-53,0278
2753007	Santo Augusto	Santo Augusto	-27,8517	-53,7764
2850009	Passo Tainhas	Jaquirana	-28,8675	-50,4561
2851021	Passo do Prata	Vila Flores	-28,8775	-51,4483
2851022	Passo Migliavaca	Casca	-28,6194	-51,8667
2852014	Ilópolis	Ilópolis	-28,9283	-52,1275
2853014	Santa Clara do Ingai	Quinze De Novembro	-28,7289	-53,1853
2854003	Girua	Girua	-28,0542	-54,3614
2854005	Passo Major Zeferino	São Miguel das Missões	-28,7336	-54,6478
2855002	Passo do Sarmento	Santo Antônio das Missões	-28,2089	-55,3233
2950033	Seca	Caxias do Sul	-29,0719	-50,9739
2951022	Nova Palmira	Caxias do Sul	-29,335	-51,1903
2953008	Dona Francisca	Dona Francisca	-29,6244	-53,3519
2954001	Cacequi	Cacequi	-29,8786	-54,8253
2954004	Ernesto Alves	Santiago	-29,3661	-54,7356

Fonte: Autoral

Figura 3.2 – Localização das Estações Pluviométricas Estudadas



Fonte: Elaboração Própria

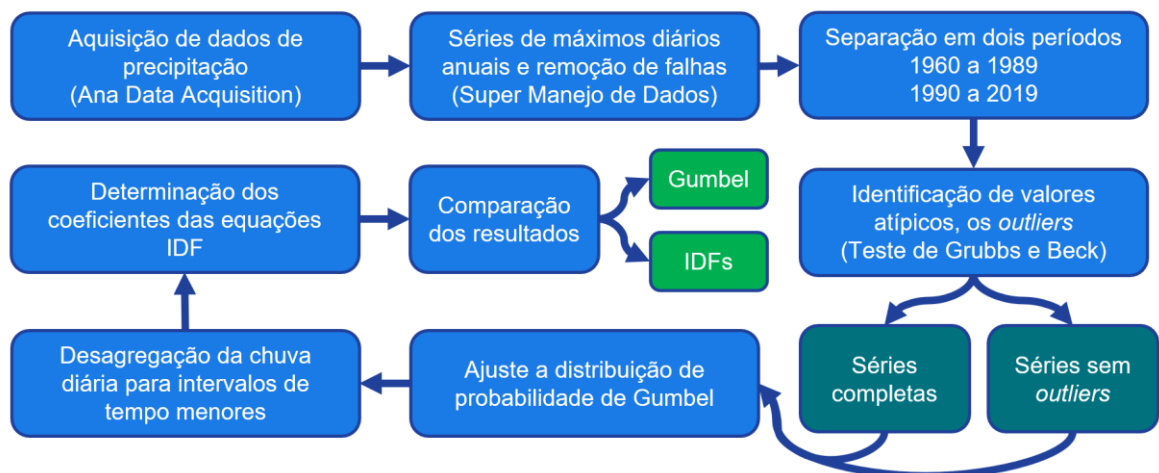


## 4 METODOLOGIA

Neste capítulo são descritas as etapas desenvolvidas para realização do trabalho, onde, para cada estação em análise, buscou-se a construção de duas equações IDF considerando 60 anos de dados que foram divididos em dois intervalos de tempo distintos de 30 anos. O primeiro compreendendo os anos de 1960 a 1989 e o segundo os anos de 1990 a 2019, sendo que foram considerados somente as precipitações dos anos que apresentaram no máximo 3 dias falhos no ano.

A sequência de passos necessários para aplicação da metodologia adotada por este estudo está apresentada no fluxograma ilustrado na Figura 4.1

Figura 4.1 – Fluxograma da metodologia do estudo



Os dados pluviométricos das estações utilizadas neste estudo foram obtidos através da ferramenta ANA Data Acquisition desenvolvido como um plugin para o software Quantum GIS (QGIS) cuja interface para download dos dados das estações está apresentada na Figura 4.2. A ferramenta realiza o download automático dos dados de várias estações pluviométricas e fluviométricas disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Figura 4.2 – Interface de download dos dados ANA Data Acquisition

ANA data acquisition

Information  
 Precipitation    Discharge    Level

Interval  
 Start date: 01/01/1900   Final Date: 02/11/2021

Input files  
 Gauges: Codigos acima 60 anos.txt   \* File with only the gauge number arranged in a single column.  
 Use lat/long limit coordinates from the interest area:

Top: -14.493  
 Left: -50.293   Right: -48.641  
 Bottom: -16.27   Acquire gauges

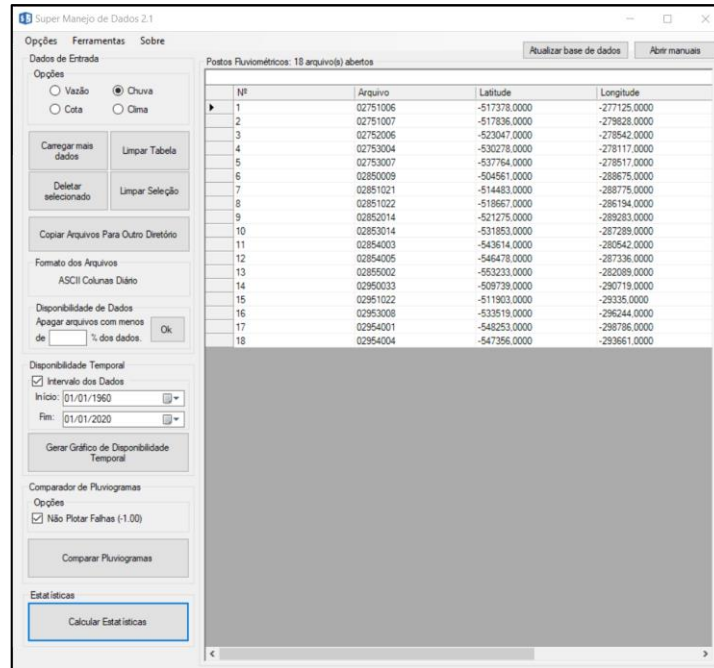
	Name	Lat	Lon
▶	2852020	-2822583296	-5240333312
	3054002	-3097805568	-5467583488
	3052005	-3054361088	-5252361216
	2950019	-2908333312	-5061666816
	2852006	-2829388800	-5278833152

Output files  
 Destination folder:   Download Data  
 Status: ...

As séries de dados diários observados nos postos pluviométricos foram obtidos em formato de texto (\*.txt) e manipulados como auxílio da ferramenta Super Manejo de Dados que dentre outras funções permite visualizar a disponibilidade temporal dos dados através de um gráfico de “Gantt”, gerar séries de chuva diária máxima anual, precipitação total mensal e anual, mensal média, bem como, o número de falhas por ano e por mês. A interface principal e para configuração do cálculo de estatísticas do Super Manejo de Dados estão apresentadas nas Figuras 4.3 e 4.4 respectivamente.

As ferramentas citadas acima são disponibilizadas pelo grupo de pesquisa em Hidrologia de Grande Escala (HGE) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Figura 4.3 – Interface principal Super Manejo de Dados



Através do cálculo de estatísticas do Super Manejo de Dados foram obtidas as séries de precipitação diária máxima anual das estações, bem como o número de falhas em cada ano.

Figura 4.4 – Interface de configuração das estatísticas a serem geradas pelo Super Manejo de Dados

**Configuração Estatísticas**

Ano Hidrológico

Usar ano calendário (01/jan-31/dez)

Usar ano hidrológico iniciando em:

Dia: 22 Mês: 11

Utilizar chuva mínima de [ ] dias para determinar o ano hidrológico\*. Recalcular

Sugestão de início de ano hidrológico.

O cálculo foi realizado utilizando a chuva mínima de 60 dias.

1: Estação 02751006  
Data sugerida: 20/11  
Desvio padrão: 48,7 dias.

2: Estação 02751007  
Data sugerida: 25/11  
Desvio padrão: 47,9 dias.

3: Estação 02752006  
Data sugerida: 6/11  
Desvio padrão: 81,6 dias.

4: Estação 02753004  
Data sugerida: 24/11  
Desvio padrão: 56,4 dias.

5: Estação 02753007

\* O ano hidrológico consiste no período de 12 meses iniciando na época seca de um ano e indo até a época seca do próximo ano.

**Fluvi Pluvi**

Médias

P diária máxima anual: 3 dia(s) de falha no ano.

Padrão: cálculo de máximas para 1 dia. [ 2 ]

Inserir máximas adicionais a serem calculadas separados por vírgula

P total anual: 3 dia(s) de falha no ano.

P total mensal: 1 dia(s) de falha no mês.

Tempos de retorno

Padrão: 5, 10, 25 e 50 anos. [ 5,10,25,50 ]

Inserir TR adicionais a serem calculados separados por vírgula

Gerar estatísticas e salvar arquivo com resultados utilizando o ano hidrológico iniciando em 01/jan.

As séries de máximos anuais foram submetidas a análises estatísticas a fim de obter médias e desvios-padrão anuais e ao teste de Grubbs e Beck, apresentado no item 2.2.3, buscando identificar a presença de valores atípicos (*outliers*) que pudessem afetar o ajustamento dos dados a uma distribuição probabilística. Devido à incerteza quanto a causa desses *outliers*, que podem decorrer de falhas no processo de obtenção das informações ou devido a causas naturais atípicas. Nas etapas a seguir os dados seguiram analisados em dois grupos separadamente, um considerando todos os dados das séries e outro grupo desconsiderando os valores atípicos.

Através da distribuição de probabilidade de Gumbel foram determinados os quantis de precipitação para os tempos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25 e 50 anos, realizando então, a desagregação da chuva para as durações de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 120, 180, 360, 720 e 1440 minutos através dos coeficientes de relação entre diferentes durações de precipitação propostos pela CETESB (1979).

Desta forma, por exemplo, para converter a precipitação máxima diária de um tempo de retorno qualquer para a duração de 24 horas, basta multiplicar a precipitação da distribuição de Gumbel do tempo de retorno correspondente pelo coeficiente 1,14 da Tabela 2.1. Ao dividir a precipitação obtida pelo tempo correspondente, resulta na intensidade de precipitação, o procedimento se repete para os demais tempos estabelecidos.

Então, realizou-se a construção das curvas de intensidade-duração-frequência sendo expressas por uma equação de formato geral representado pela Equação 4.1.

$$I = \frac{K \cdot T_R^a}{(t + b)^c} \quad (4.1)$$

Onde  $I$  é a intensidade da chuva em mm/hora;  $K$ ,  $a$ ,  $b$  e  $c$  são coeficientes particulares de cada local;  $T_R$  é o tempo de retorno em anos;  $t$  é a duração do evento em minutos.

Os coeficientes foram estimados com o algoritmo de gradiente reduzido generalizado desenvolvido para resolver problemas não lineares e que está disponível no Microsoft Excel Solver. A estimativa dos coeficientes da equação com o Solver é realizada buscando a minimização da Soma dos Erros Quadráticos, isto significa que os valores dos coeficientes são alterados até que se encontre o mínimo para a função.

Após a determinação das equações IDF para os dois intervalos de tempo (1960 a 1989 e 1990 a 2019) para a comparação das curvas calculou-se as intensidades de

precipitação para os tempos de retorno e durações propostas sendo calculadas as diferenças observadas relativas, conforme Equação 4.2.

$$D = \frac{I_2 - I_1}{I_1} \cdot 100 \quad (4.2)$$

Sendo D a diferença relativa (%);  $I_1$  a intensidade de precipitação obtida pela equação do primeiro intervalo que compreende os anos de 1960 a 1989 (mm/hora);  $I_2$  a intensidade de precipitação obtida pela equação do segundo intervalo que corresponde aos anos de 1990 a 2019 (mm/hora).

Foi determinada também, para comparação, a diferença relativa entre as precipitações dos dois períodos de cada tempo de retorno resultantes da distribuição estatística de Gumbel.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos serão apresentados em dois itens, no primeiro os resultados considerando todos os valores das precipitações máximas diárias dentre as limitações propostas para o estudo e o segundo apresentando os resultados obtidos ao remover os *outliers* encontrados nas séries históricas.

### 5.1 Considerando as séries completas

No que se refere as precipitações resultantes da distribuição de Gumbel considerando as séries completas de dados dentre as limitações propostas para o estudo exibem, em sua maioria (72,2%), uma tendência de aumento das diferenças relativas com o aumento do tempo de retorno. Entre as estações analisadas, treze delas (72,2%) apresentam índice positivo para a maior parte dos tempos de retorno analisados. Tratando-se das diferenças positivas a segunda maior, 35,55%, é observada para 50 anos de retorno na estação 2851021 do município de Vila Flores. Porém, a maior diferença positiva, 44,4%, é observada para o tempo de retorno de 2 anos na estação 2854003 do município de Giruá.

É importante salientar que a diferença relativa positiva indica que houve um aumento na precipitação diária máxima no período de 1990 a 2019 em relação aos 30 anos anteriores, já a diferença relativa negativa significa que a precipitação nos anos de 1960 a 1989 é superior aos 30 anos posteriores, sugerindo uma diminuição na intensidade da precipitação.

As precipitações diárias resultantes da distribuição de Gumbel para os períodos de 1960 a 1989 e 1990 a 2019 para os tempos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25 e 50 anos, bem como a diferença relativa entre as precipitações dos períodos estão apresentados nas Tabelas 5.1 e 5.2 e exibidas graficamente na Figura 5.2.

A Tabela 5.1 apresenta os valores das treze estações (72,2%) que possuem diferenças relativas positivas mais expressivas do que as negativas presentes em seus respectivos tempos de retorno, sugerindo um aumento na intensidade de precipitação no segundo período em estudo (1990 a 2019). Por outro lado, a Tabela 5.2 apresenta os valores das cinco estações (22,2%) que possuem diferenças relativas negativas mais significativas que as positivas, indicando o contrário, uma diminuição na intensidade da precipitação nessas estações no segundo período.

Tabela 5.1 – Estações com diferenças relativas predominantemente positivas

Estação	Período	Tempo de Retorno						
		2	5	10	15	20	25	50
2751007	1960 - 1989	92,39	111,08	123,45	130,43	135,32	139,09	150,69
	1990 - 2019	92,88	117,80	134,30	143,61	150,13	155,15	170,62
	Dif. Relativa	0,53%	6,05%	8,79%	10,10%	10,94%	11,55%	13,23%
2752006	1960 - 1989	89,97	121,80	142,87	154,76	163,09	169,50	189,25
	1990 - 2019	97,24	122,23	138,78	148,11	154,65	159,69	175,20
	Dif. Relativa	8,08%	0,35%	-2,87%	-4,29%	-5,17%	-5,79%	-7,43%
2753007	1960 - 1989	101,72	121,34	134,34	141,67	146,80	150,75	162,93
	1990 - 2019	105,29	128,69	144,19	152,93	159,05	163,77	178,29
	Dif. Relativa	3,51%	6,06%	7,33%	7,95%	8,35%	8,63%	9,43%
2850009	1960 - 1989	75,67	91,76	102,42	108,43	112,64	115,88	125,87
	1990 - 2019	76,16	98,18	112,76	120,99	126,75	131,19	144,85
	Dif. Relativa	0,65%	7,00%	10,10%	11,58%	12,53%	13,21%	15,08%
2851021	1960 - 1989	74,75	91,38	102,39	108,61	112,96	116,31	126,63
	1990 - 2019	74,54	105,67	126,28	137,91	146,05	152,32	171,65
	Dif. Relativa	-0,28%	15,64%	23,33%	26,98%	29,30%	30,97%	35,55%
2851022	1960 - 1989	83,56	101,95	114,13	121,00	125,81	129,51	140,92
	1990 - 2019	87,22	110,02	125,11	133,62	139,59	144,18	158,33
	Dif. Relativa	4,39%	7,91%	9,62%	10,44%	10,95%	11,33%	12,35%
2852014	1960 - 1989	93,26	115,64	130,46	138,82	144,67	149,18	163,07
	1990 - 2019	95,49	119,96	136,16	145,30	151,70	156,63	171,82
	Dif. Relativa	2,39%	3,73%	4,37%	4,67%	4,86%	4,99%	5,37%
2853014	1960 - 1989	94,31	123,00	141,99	152,71	160,21	165,99	183,79
	1990 - 2019	97,18	124,91	143,26	153,62	160,87	166,46	183,66
	Dif. Relativa	3,05%	1,55%	0,90%	0,60%	0,41%	0,28%	-0,07%
2854003	1960 - 1989	69,52	111,78	139,75	155,54	166,59	175,10	201,32
	1990 - 2019	100,41	124,94	141,19	150,35	156,77	161,71	176,94
	Dif. Relativa	44,43%	11,78%	1,03%	-3,33%	-5,89%	-7,65%	-12,11%
2950033	1960 - 1989	75,79	91,60	102,07	107,98	112,12	115,31	125,12
	1990 - 2019	84,91	107,86	123,06	131,64	137,64	142,26	156,51
	Dif. Relativa	12,03%	17,75%	20,56%	21,90%	22,76%	23,38%	25,09%
2951022	1960 - 1989	83,36	104,98	119,29	127,36	133,01	137,37	150,78
	1990 - 2019	90,48	109,71	122,44	129,62	134,65	138,52	150,46
	Dif. Relativa	8,55%	4,51%	2,64%	1,78%	1,23%	0,84%	-0,22%
2953008	1960 - 1989	91,24	113,75	128,65	137,06	142,94	147,48	161,44
	1990 - 2019	95,62	120,17	136,42	145,59	152,01	156,96	172,19
	Dif. Relativa	4,80%	5,64%	6,04%	6,23%	6,34%	6,43%	6,66%
2954001	1960 - 1989	88,30	109,02	122,74	130,48	135,90	140,08	152,94
	1990 - 2019	109,41	134,14	150,52	159,76	166,22	171,21	186,56
	Dif. Relativa	23,90%	23,04%	22,63%	22,43%	22,31%	22,22%	21,98%

Fonte: Autoral

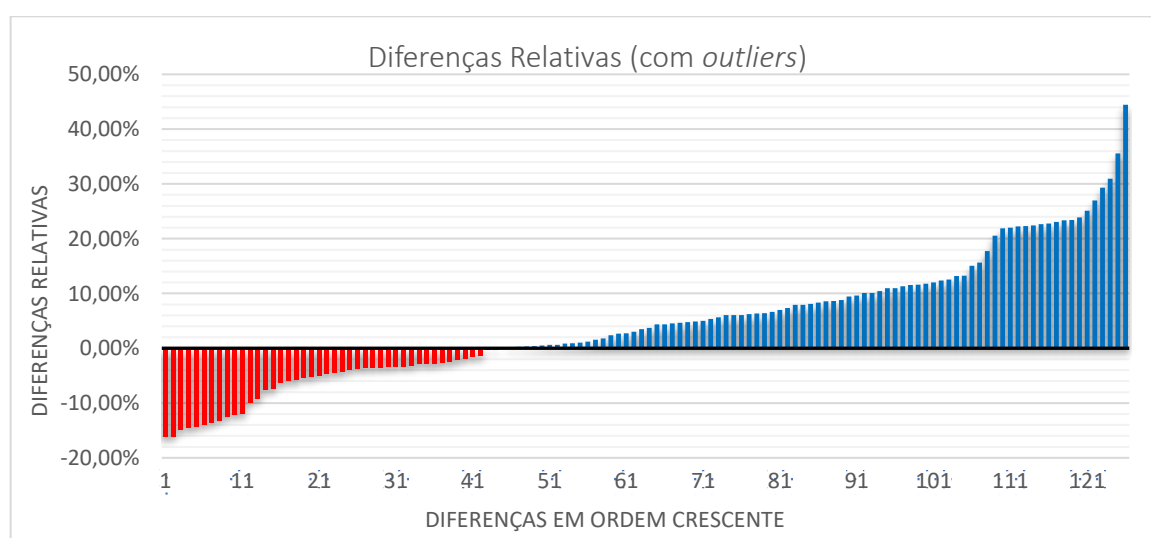
Tabela 5.2 – Estações com diferenças relativas predominantemente negativas

Estação	Período	Tempo de Retorno						
		2	5	10	15	20	25	50
2751006	1960 - 1989	86,01	111,88	129,00	138,66	145,42	150,63	166,68
	1990 - 2019	88,35	110,07	124,46	132,57	138,25	142,63	156,11
	Dif. Relativa	2,71%	-1,61%	-3,52%	-4,39%	-4,93%	-5,31%	-6,34%
2753004	1960 - 1989	98,33	121,99	137,66	146,49	152,68	157,45	172,13
	1990 - 2019	94,89	110,78	121,30	127,24	131,39	134,59	144,45
	Dif. Relativa	-3,50%	-9,19%	-11,88%	-13,14%	-13,94%	-14,52%	-16,08%
2854005	1960 - 1989	97,59	121,20	136,84	145,65	151,83	156,59	171,24
	1990 - 2019	97,79	119,52	133,91	142,02	147,71	152,08	165,57
	Dif. Relativa	0,20%	-1,39%	-2,14%	-2,49%	-2,72%	-2,88%	-3,31%
2855002	1960 - 1989	111,22	140,81	160,40	171,45	179,19	185,15	203,51
	1990 - 2019	105,95	126,68	140,40	148,14	153,56	157,73	170,59
	Dif. Relativa	-4,74%	-10,04%	-12,47%	-13,60%	-14,30%	-14,81%	-16,17%
2954004	1960 - 1989	103,59	132,83	152,19	163,11	170,76	176,65	194,79
	1990 - 2019	101,64	129,08	147,24	157,49	164,66	170,19	187,21
	Dif. Relativa	-1,88%	-2,83%	-3,25%	-3,45%	-3,57%	-3,66%	-3,89%

Fonte: Autoral

As diferenças relativas de todas as estações apresentadas foram dispostas em ordem crescente e estão expostas na Figura 5.1 onde as diferenças relativas negativas estão exibidas em vermelho e as positivas em azul. Percebe-se que há um maior número de valores positivos e em sua maioria inferiores, ou próximas a 10% de diferença. Nota-se também que aproximadamente 16% das diferenças foram maiores que 15%.

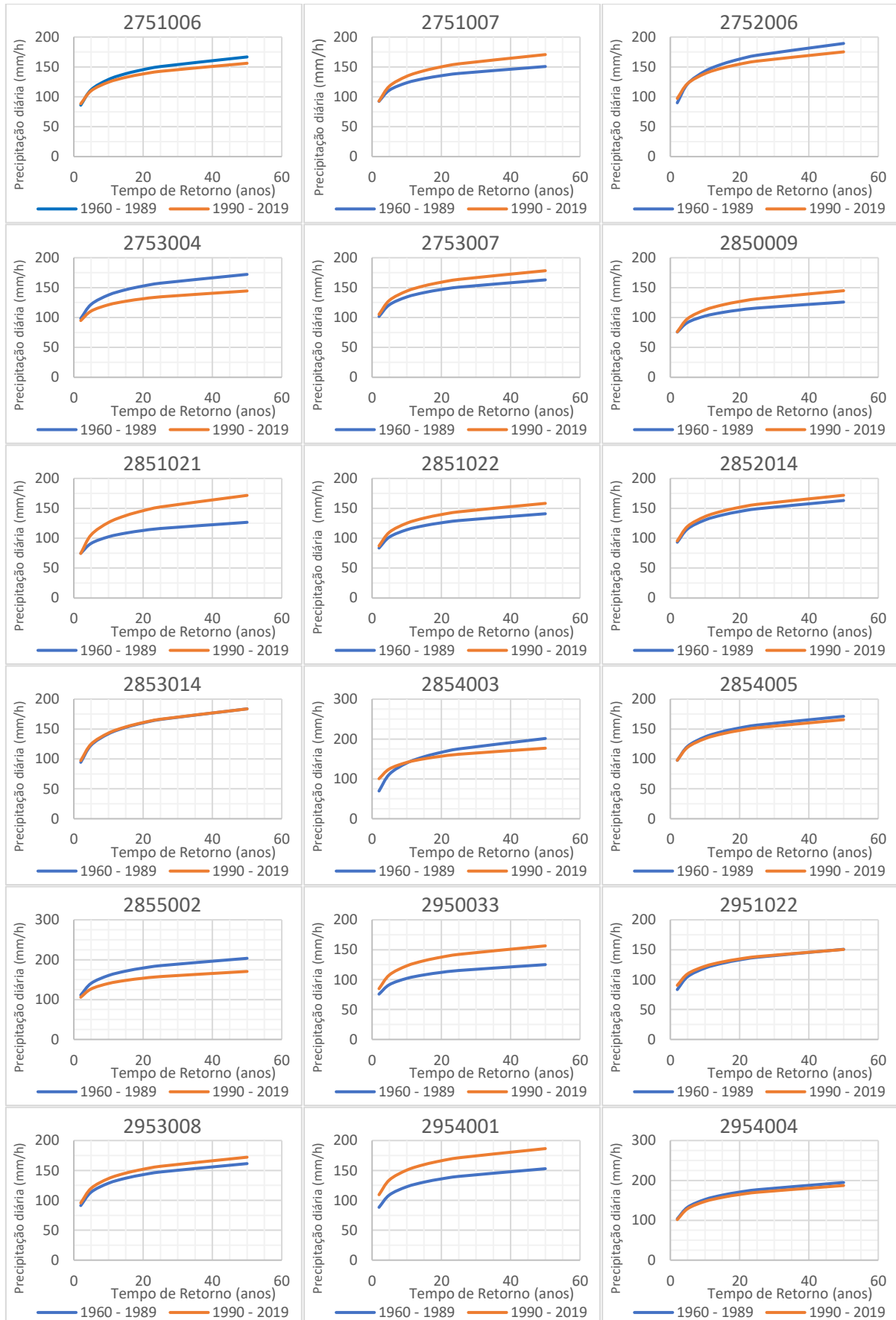
Figura 5.1 – Diferenças relativas (com outliers)



Fonte: Autoral



Figura 5.2 – Precipitações distribuição de Gumbel



A Figura 5.2 ilustra graficamente as diferenças encontradas entre as precipitações resultantes da distribuição estatística de Gumbel para os dois períodos em análise.

A desagregação das precipitações diárias expostas anteriormente e a determinação das intensidades em mm/h para os tempos de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 120, 180, 360, 720 e 1440 minutos resultaram em tabelas de chuva que foram utilizadas para comparar com a chuva estimada pelas equações IDF. Assim, através da ferramenta Microsoft Excel Solver determinou-se os coeficientes das equações IDF para cada estação e período, sendo apresentados na Tabela 5.3.

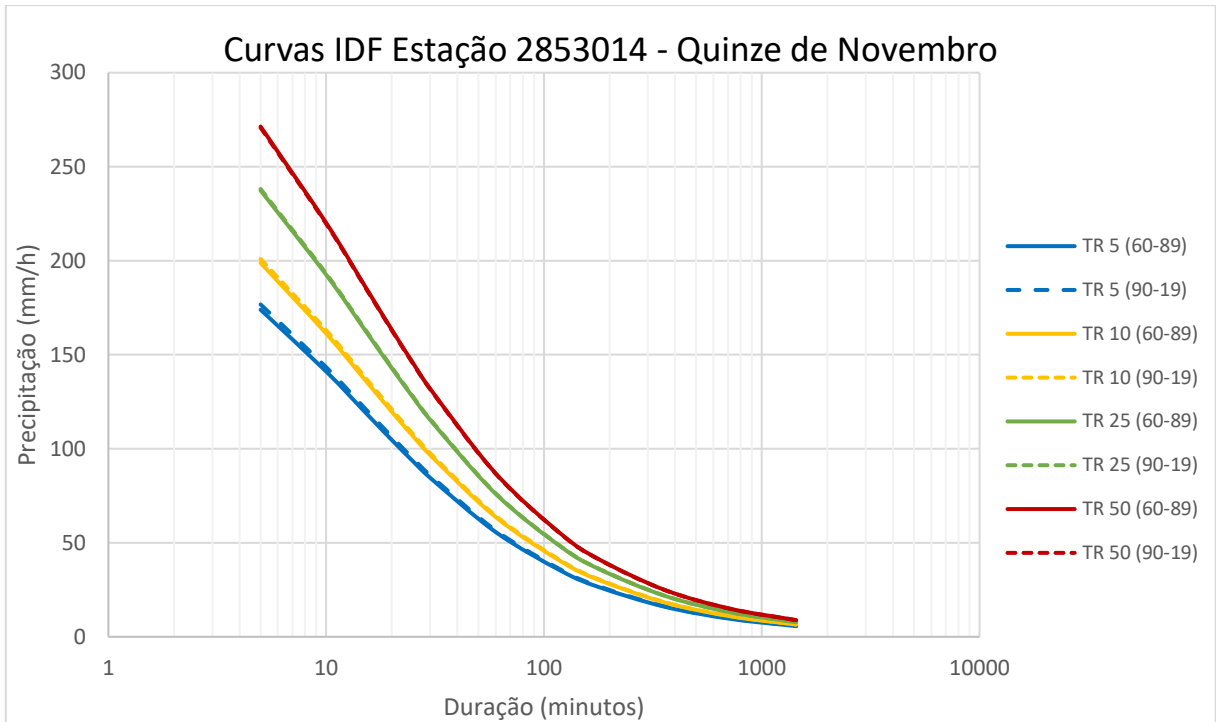
Tabela 5.3 – Coeficientes equações IDF

Município	Código	IDF 1960 - 1989				IDF 1990 - 2019			
		K	a	b	c	K	a	b	c
Paim Filho	2751006	931,96	0,1917	10,688	0,7563	954,53	0,1675	10,678	0,7560
Sananduva	2751007	999,55	0,1456	10,675	0,7559	1003,80	0,1778	10,677	0,7561
Erebango	2752006	979,39	0,2124	10,685	0,7562	1050,95	0,1727	10,681	0,7561
Sarandi	2753004	1062,34	0,1649	10,676	0,7560	1030,97	0,1261	10,678	0,7560
Santo Augusto	2753007	1101,86	0,1405	10,678	0,7561	1138,91	0,1559	10,682	0,7562
Jaquirana	2850009	819,34	0,1510	10,690	0,7563	824,41	0,1869	10,685	0,7562
Vila Flores	2851021	809,00	0,1560	10,690	0,7563	819,20	0,2341	10,684	0,7562
Casca	2851022	903,52	0,1548	10,679	0,7561	943,20	0,1746	10,685	0,7562
Ilópolis	2852014	1008,45	0,1646	10,685	0,7562	1032,76	0,1723	10,688	0,7562
Quinze De Novembro	2853014	1020,69	0,1932	10,676	0,7560	1050,98	0,1852	10,678	0,7560
Giruá	2854003	798,34	0,2839	10,686	0,7562	1085,70	0,1667	10,685	0,7562
São Miguel das Missões	2854005	1054,13	0,1656	10,675	0,7560	1056,96	0,1559	10,676	0,7560
Santo Antônio das Missões	2855002	1202,67	0,1768	10,684	0,7562	1147,22	0,1420	10,677	0,7560
Caxias do Sul	2950033	823,83	0,1488	10,727	0,7570	918,24	0,1787	10,682	0,7562
Caxias do Sul	2951022	901,00	0,1737	10,680	0,7561	978,96	0,1509	10,679	0,7561
Dona Francisca	2953008	986,21	0,1678	10,681	0,7561	1033,39	0,1725	10,681	0,7561
Cacequi	2954001	955,18	0,1621	10,688	0,7563	1182,93	0,1578	10,681	0,7561
Santiago	2954004	1119,61	0,1839	10,675	0,7559	1099,64	0,1785	10,687	0,7563

Fonte: Autoral

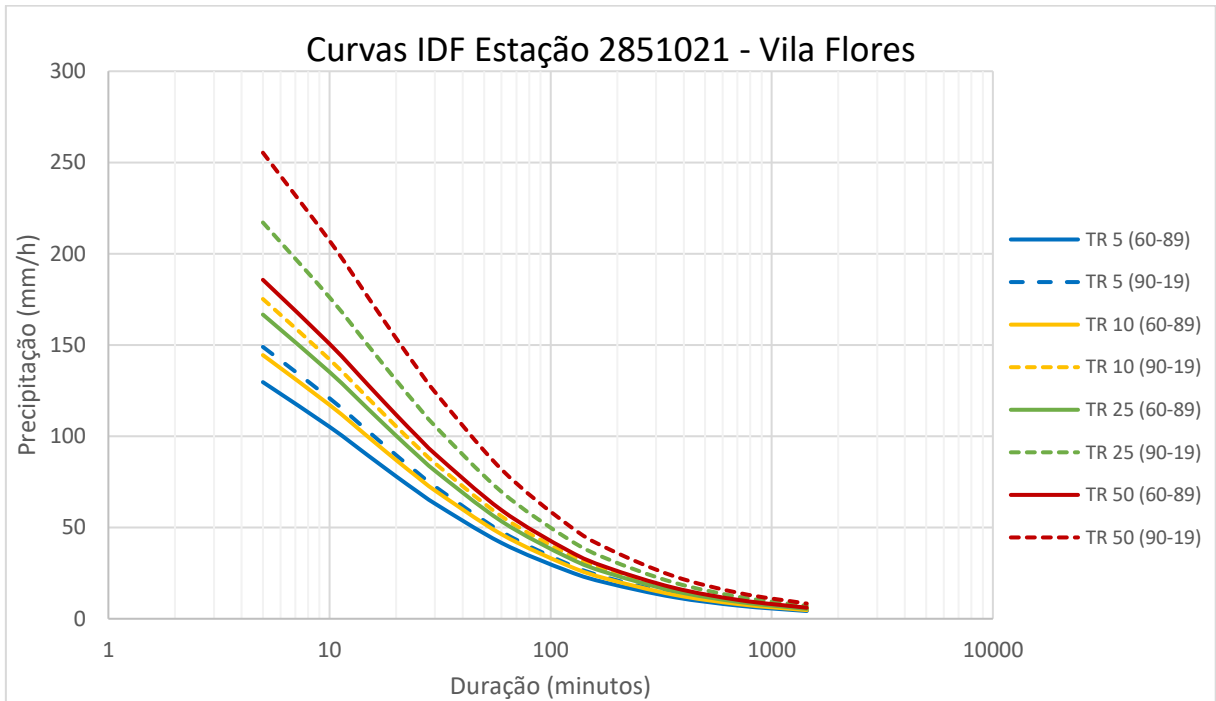
As curvas IDF construídas considerando todas as precipitações diárias máximas para as estações 2853014 e 2851021 estão expressas graficamente nas Figuras 5.3 e 5.4, respectivamente. Ao analisar as curvas da estação 2853014, do município de Quinze de Novembro, por exemplo, fica clara a similaridade para os dois períodos estudados, mantendo-se abaixo da faixa de 2,4% de variação. Entretanto as curvas da estação 2851021 do município de Vila Flores expõem um aumento considerável na intensidade estimada para o período de 1960 a 2019.

Figura 5.3 – Curvas IDF estação 2853014 - Quinze de Novembro



Fonte: Autoral

Figura 5.4 - Curvas IDF estação 2851021 - Vila Flores



Fonte: Autoral

Fazendo uso das equações de intensidade-duração-frequência apresentadas anteriormente construiu-se tabelas de precipitação estimada para os dois períodos, tempos de retorno e durações propostos para este estudo. Posteriormente foram comparadas as intensidades das precipitações através do cálculo das diferenças relativas. Estas se mostraram extremamente semelhantes para um mesmo tempo de retorno apesar da variação da duração.

A Tabela 5.4 se refere, por exemplo, à estação 2851021 do município de Vila Flores, que foi a que apresentou a maior diferença dentre as estações analisadas, indicando um acréscimo médio bem considerável de 37,53% na intensidade da precipitação para 50 anos de tempo de retorno indicando um aumento de tal magnitude na intensidade da precipitação nos anos de 1990 a 2019.

Tabela 5.4 – Diferenças relativas das precipitações estimadas pelas equações IDF para a estação 2851021

Duração	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	6,96%	14,89%	21,28%	25,18%	28,02%	30,27%	37,52%
10	6,96%	14,89%	21,28%	25,18%	28,02%	30,27%	37,51%
15	6,96%	14,89%	21,28%	25,18%	28,02%	30,27%	37,51%
20	6,96%	14,89%	21,28%	25,18%	28,02%	30,27%	37,51%
25	6,96%	14,89%	21,28%	25,18%	28,02%	30,27%	37,51%
30	6,96%	14,89%	21,28%	25,18%	28,02%	30,27%	37,51%
60	6,96%	14,89%	21,28%	25,18%	28,02%	30,27%	37,52%
120	6,97%	14,90%	21,29%	25,19%	28,03%	30,28%	37,52%
180	6,97%	14,90%	21,29%	25,19%	28,04%	30,29%	37,53%
360	6,98%	14,91%	21,30%	25,20%	28,05%	30,30%	37,54%
720	6,99%	14,92%	21,31%	25,21%	28,06%	30,31%	37,55%
1440	7,00%	14,93%	21,32%	25,22%	28,07%	30,32%	37,57%
<b>Média</b>	<b>6,97%</b>	<b>14,90%</b>	<b>21,29%</b>	<b>25,19%</b>	<b>28,03%</b>	<b>30,28%</b>	<b>37,53%</b>

Fonte: Autoral

As médias das diferenças relativas de cada tempo de retorno para cada estação, obtidas conforme apresentado no quadro anterior, foram compiladas na Tabela 5.5 onde exhibe as diferenças relativas positivas destacadas em azul e as negativas em vermelho.

Doze estações (66,7%) possuem diferenças relativas positivas mais expressivas do que as negativas presentes em seus respectivos tempos de retorno, sugerindo um aumento na intensidade de precipitação no segundo período de estudo (1960 a 2019). Por outro lado, seis estações (33,3%) possuem diferenças relativas

negativas mais significativas que as positivas, indicando o contrário, uma diminuição na intensidade da precipitação nessas estações no segundo período.

Tabela 5.5 – Diferenças relativas médias das estações

Estação	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
2751006	0,84%	-1,38%	-3,03%	-3,98%	-4,65%	-5,16%	-6,74%
2751007	2,64%	5,72%	8,11%	9,53%	10,55%	11,35%	13,87%
2752006	4,43%	0,70%	-2,03%	-3,60%	-4,69%	-5,53%	-8,09%
2753004	-5,55%	-8,85%	-11,27%	-12,65%	-13,62%	-14,37%	-16,64%
2753007	4,41%	5,89%	7,03%	7,70%	8,17%	8,55%	9,71%
2850009	3,19%	6,64%	9,32%	10,92%	12,08%	12,98%	15,82%
2851021	6,97%	14,90%	21,29%	25,19%	28,03%	30,28%	37,53%
2851022	5,76%	7,71%	9,20%	10,08%	10,71%	11,20%	12,74%
2852014	2,92%	3,65%	4,21%	4,53%	4,77%	4,95%	5,51%
2853014	2,35%	1,61%	1,06%	0,73%	0,50%	0,32%	-0,23%
2854003	25,39%	12,63%	3,84%	-0,98%	-4,26%	-6,73%	-14,01%
2854005	-0,41%	-1,30%	-1,96%	-2,34%	-2,61%	-2,83%	-3,48%
2855002	-6,81%	-9,73%	-11,88%	-13,12%	-13,98%	-14,65%	-16,68%
2950033	14,30%	17,48%	19,94%	21,40%	22,45%	23,27%	25,86%
2951022	6,94%	4,73%	3,09%	2,14%	1,47%	0,96%	-0,63%
2953008	5,15%	5,60%	5,94%	6,15%	6,29%	6,40%	6,75%
2954001	23,58%	23,10%	22,73%	22,52%	22,37%	22,26%	21,90%
2954004	-2,32%	-2,80%	-3,17%	-3,38%	-3,53%	-3,65%	-4,01%

Fonte: Autoral

A partir da tabela apresentada foi determinada a média dos valores positivos e a média dos valores negativos para cada tempo de retorno, levando em conta toda a série de precipitações, resultando nos valores exibidos pela Figura 5.5 e expostos pela Tabela 5.6.

Figura 5.5 - Médias das diferenças relativas considerando toda a série de dados

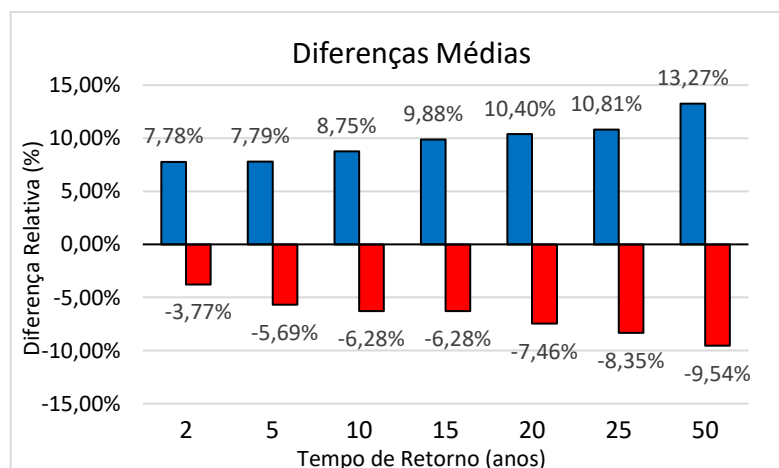
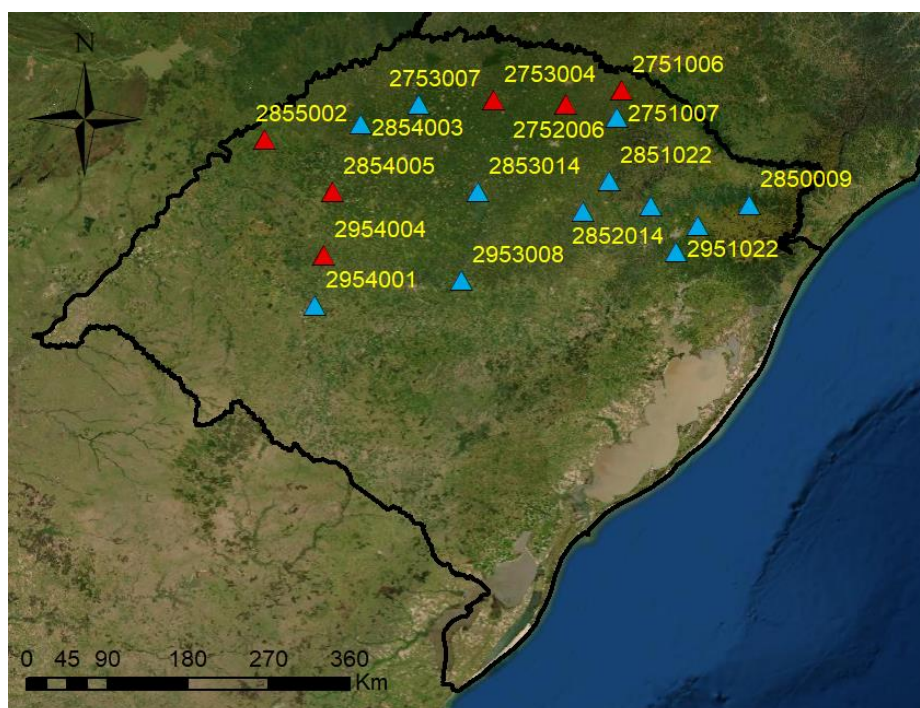


Tabela 5.6 – Médias das diferenças relativas considerando toda a série de dados

Tempo de Retorno	Tendência	Média
2	+	7,78%
	-	-3,77%
5	+	7,79%
	-	-5,69%
10	+	8,75%
	-	-6,28%
15	+	9,88%
	-	-6,28%
20	+	10,40%
	-	-7,46%
25	+	10,81%
	-	-8,35%
50	+	13,27%
	-	-9,54%
Média geral	+	9,81%
	-	-6,77%

Fonte: Autoral

Figura 5.6 – Mapa das estações conforme diferenças relativas



Fonte: Elaboração própria

O mapa da Figura 5.6 exibe a localização das estações conforme a diferença relativa observada ao comparar as curvas IDF, sendo indicadas em azul as estações com diferença positiva e em vermelho as com diferença negativa. Ao analisar a

distribuição das estações percebe-se que demonstraram um agrupamento regional quanto a diferença relativa apresentando zonas de comportamento similar, sendo que as que demonstraram diferenças relativas negativas se concentraram na região norte e oeste da área em estudo.

## 5.2 Removendo outliers

*Outliers* foram identificados pelo teste de Grubbs e Beck em dezessete estações conforme a Tabela 5.4 sendo removidos das séries de precipitação para o ajuste da distribuição de probabilidade de Gumbel e dar sequência na análise. Salienta-se que os outliers foram definidos a partir de uma análise matemática, não sendo buscados aspectos físicos que justifiquem o valor encontrado.

Tabela 5.7 – Outliers identificados

Município	Código	Precipitação	Data	Dia da Semana
Paim Filho	2751006	196,4	18/ago 1965	Quarta-Feira
Sananduva	2751007	151,3	28/set 1963	Sábado
Erebango	2752006	200	29/set 1961	Sexta-Feira
		175	29/out 1997	Quarta-Feira
Sarandi	2753004	-	-	-
Santo Augusto	2753007	171	10/mai 1984	Quinta-Feira
Jaquirana	2850009	129,1	19/jun 1977	Domingo
Vila Flores	2851021	200,7	20/fev 2003	Quinta-Feira
Casca	2851022	146,4	06/jul 1983	Quarta-Feira
		180,7	01/out 2001	Segunda- Feira
Ilópolis	2852014	169,9	26/out 2003	Domingo
Quinze De Novembro	2853014	200	23/set 1989	Sábado
		185	01/jan 2017	Domingo
Giruá	2854003	237,4	04/jun 1972	Domingo
		194,5	12/dez 2003	Domingo
São Miguel das Missões	2854005	171	22/dez 2015	Terça-Feira
Santo Antônio das Missões	2855002	231,6	18/mai 1974	Sábado
		130,9	27/jun 1982	Domingo
Caxias do Sul	2950033	159,3	20/fev 2003	Quinta-Feira
		158,8	26/fev 2012	Domingo
Caxias do Sul	2951022	168,7	28/jun 1982	Segunda- Feira
Dona Francisca	2953008	187,8	07/out 2015	Quarta-Feira
Cacequi	2954001	203,7	12/abr 1998	Domingo
Santiago	2954004	195	08/out 2015	Quinta-Feira

Ao remover os valores atípicos encontrados das séries de máximos diários para o ajuste da distribuição de probabilidade de Gumbel houve modificação quanto ao sinal da diferença relativa em três estações. A estação 2751006 do município de Paim Filho que apresentava, para 50 anos de tempo de retorno, uma diferença negativa de -6,34% passou a indicar uma diferença positiva de 8,65%.

Por outro lado, as estações 2852014 e 2953008 dos municípios de Ilópolis e Dona Francisca que possuíam diferenças positivas passaram a apresentar diferenças negativas. Dessa forma, doze estações (66,7%) apresentam diferenças relativas positivas, enquanto seis estações (33,3%) demonstram diferenças relativas negativas.

Seguindo o que se percebeu anteriormente para a maioria das estações (83,3%) houve o aumento da diferença, seja positiva ou negativamente, com o aumento do tempo de retorno. Sendo que apenas para três delas ocorreu o contrário e a maior diferença, além de se acentuar, passando a ser de 49,3%, permaneceu sendo apresentada pela estação 2854003 do município de Giruá para dois anos de tempo de retorno.

A Figura 5.8 exibe graficamente as precipitações resultantes da distribuição de Gumbel e a Tabela 5.8 apresenta os valores das doze estações (66,7%) que possuem diferenças relativas positivas mais expressivas do que as negativas presentes em seus respectivos tempos de retorno, sugerindo um aumento na intensidade de precipitação no segundo período em estudo (1960 a 2019). Por outro lado, a Tabela 5.9 apresenta os valores das seis estações (33,3%) que possuem diferenças relativas negativas mais significativas que as positivas, indicando o contrário, uma diminuição na intensidade da precipitação nessas estações no segundo período.

As diferenças relativas foram dispostas em ordem crescente e estão expostas na Figura 5.7 onde as diferenças relativas negativas estão exibidas em vermelho e as positivas em azul. Percebe-se que há uma maior homogeneidade nos resultados do que na situação com outliers com exceção do extremo de 49,33%. Assim como na seção anterior o maior número de valores é positivo e em sua maioria inferiores, ou próximos a 10% de diferença.

Figura 5.7 - Diferenças relativas (sem outliers)

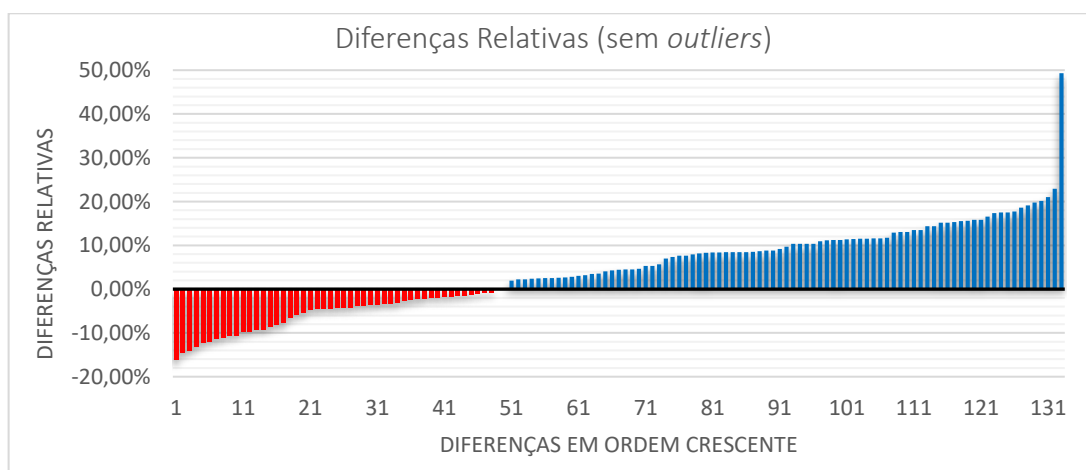




Figura 5.8 – Precipitações distribuição de Gumbel

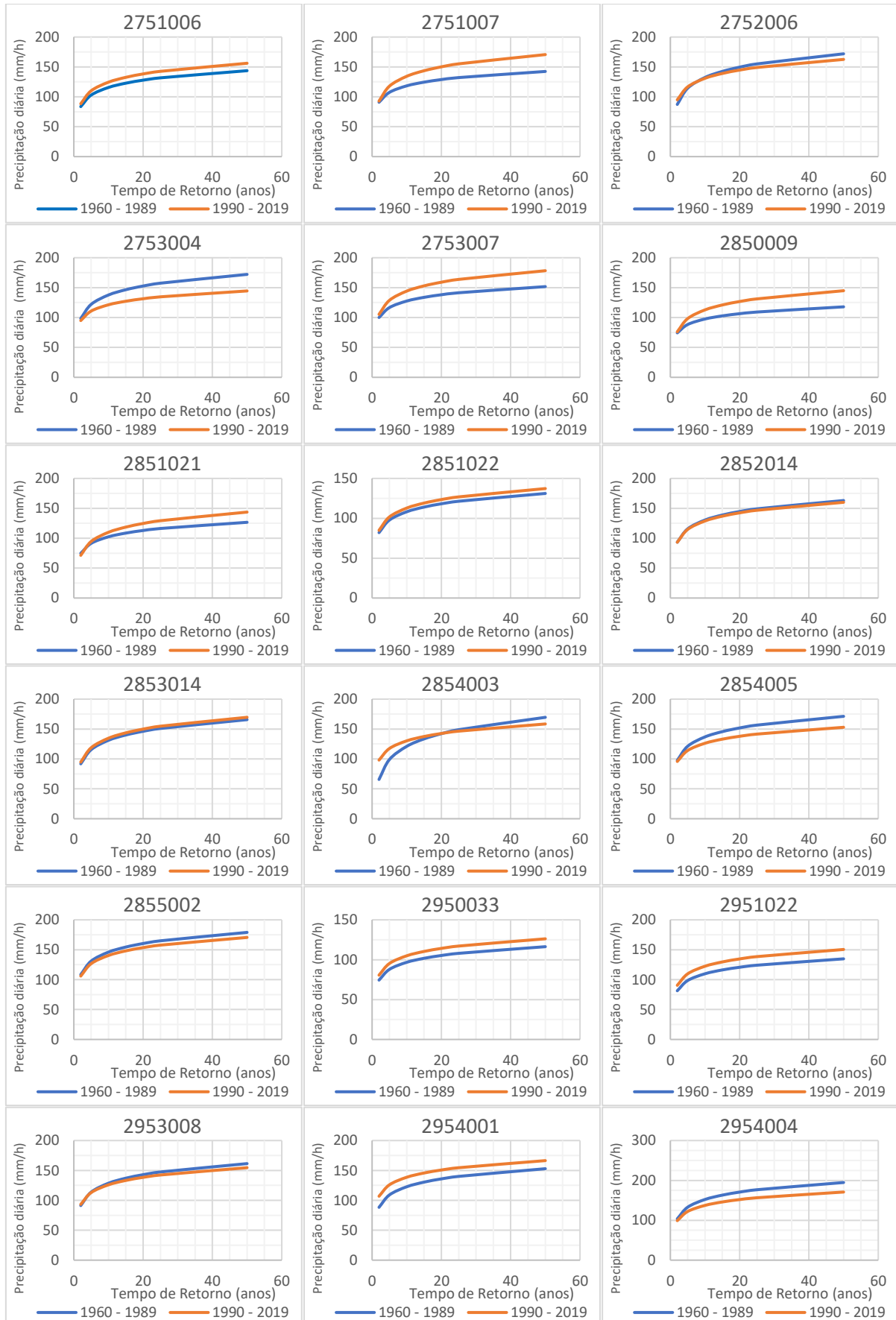


Tabela 5.8 – Estações com diferenças predominantemente positivas (sem *outliers*)

Estação	Período	TR						
		2	5	10	15	20	25	50
2751006	1960 - 1989	83,60	102,86	115,62	122,81	127,85	131,73	143,69
	1990 - 2019	88,35	110,07	124,46	132,57	138,25	142,63	156,11
	Dif. Relativa	5,68%	7,01%	7,64%	7,95%	8,14%	8,27%	8,65%
2751007	1960 - 1989	90,88	107,41	118,35	124,52	128,84	132,17	142,43
	1990 - 2019	92,88	117,80	134,30	143,61	150,13	155,15	170,62
	Dif. Relativa	2,20%	9,68%	13,48%	15,33%	16,52%	17,39%	19,79%
2752006	1960 - 1989	87,25	114,39	132,36	142,49	149,59	155,06	171,90
	1990 - 2019	94,93	116,60	130,95	139,05	144,72	149,08	162,53
	Dif. Relativa	8,80%	1,94%	-1,06%	-2,42%	-3,26%	-3,85%	-5,45%
2753007	1960 - 1989	100,02	116,59	127,56	133,75	138,09	141,43	151,71
	1990 - 2019	105,29	128,69	144,19	152,93	159,05	163,77	178,29
	Dif. Relativa	5,26%	10,38%	13,03%	14,34%	15,18%	15,80%	17,52%
2850009	1960 - 1989	74,32	88,28	97,53	102,74	106,39	109,21	117,87
	1990 - 2019	76,16	98,18	112,76	120,99	126,75	131,19	144,85
	Dif. Relativa	2,47%	11,21%	15,62%	17,76%	19,13%	20,13%	22,89%
2851021	1960 - 1989	74,75	91,38	102,39	108,61	112,96	116,31	126,63
	1990 - 2019	71,38	94,57	109,93	118,59	124,66	129,33	143,73
	Dif. Relativa	-4,50%	3,50%	7,36%	9,20%	10,36%	11,20%	13,50%
2851022	1960 - 1989	82,00	97,76	108,19	114,08	118,20	121,38	131,16
	1990 - 2019	84,91	101,70	112,82	119,09	123,48	126,87	137,29
	Dif. Relativa	3,55%	4,03%	4,27%	4,39%	4,47%	4,52%	4,67%
2853014	1960 - 1989	91,78	115,48	131,17	140,02	146,22	150,99	165,70
	1990 - 2019	94,69	118,73	134,64	143,62	149,90	154,75	169,66
	Dif. Relativa	3,17%	2,81%	2,65%	2,57%	2,52%	2,49%	2,39%
2854003	1960 - 1989	65,66	98,98	121,05	133,49	142,21	148,92	169,60
	1990 - 2019	98,05	117,43	130,26	137,49	142,56	146,47	158,49
	Dif. Relativa	49,33%	18,63%	7,61%	3,00%	0,25%	-1,65%	-6,55%
2950033	1960 - 1989	74,43	87,87	96,76	101,78	105,30	108,00	116,34
	1990 - 2019	80,63	95,25	104,92	110,38	114,20	117,15	126,22
	Dif. Relativa	8,33%	8,40%	8,43%	8,45%	8,46%	8,47%	8,49%
2951022	1960 - 1989	81,39	98,51	109,85	116,24	120,72	124,17	134,79
	1990 - 2019	90,48	109,71	122,44	129,62	134,65	138,52	150,46
	Dif. Relativa	11,17%	11,37%	11,47%	11,51%	11,54%	11,56%	11,62%
2954001	1960 - 1989	88,30	109,02	122,74	130,48	135,90	140,08	152,94
	1990 - 2019	106,87	125,97	138,62	145,75	150,75	154,60	166,45
	Dif. Relativa	21,02%	15,54%	12,93%	11,70%	10,92%	10,37%	8,84%

Fonte: Autoral

Tabela 5.9 – Estações com diferenças predominantemente negativas (sem *outliers*)

Estação	Período	TR						
		2	5	10	15	20	25	50
2753004	1960 - 1989	98,33	121,99	137,66	146,49	152,68	157,45	172,13
	1990 - 2019	94,89	110,78	121,30	127,24	131,39	134,59	144,45
	Dif. Relativa	-3,50%	-9,19%	-11,88%	-13,14%	-13,94%	-14,52%	-16,08%
2852014	1960 - 1989	93,26	115,64	130,46	138,82	144,67	149,18	163,07
	1990 - 2019	93,26	114,68	128,86	136,85	142,46	146,77	160,06
	Dif. Relativa	0,00%	-0,83%	-1,23%	-1,42%	-1,53%	-1,62%	-1,85%
2854005	1960 - 1989	97,59	121,20	136,84	145,65	151,83	156,59	171,24
	1990 - 2019	95,76	114,09	126,22	133,07	137,86	141,55	152,93
	Dif. Relativa	-1,88%	-5,87%	-7,76%	-8,64%	-9,20%	-9,60%	-10,70%
2855002	1960 - 1989	108,41	131,05	146,03	154,49	160,41	164,97	179,02
	1990 - 2019	105,95	126,68	140,40	148,14	153,56	157,73	170,59
	Dif. Relativa	-2,26%	-3,33%	-3,86%	-4,11%	-4,27%	-4,39%	-4,71%
2953008	1960 - 1989	91,24	113,75	128,65	137,06	142,94	147,48	161,44
	1990 - 2019	93,28	112,94	125,96	133,31	138,45	142,42	154,62
	Dif. Relativa	2,23%	-0,71%	-2,09%	-2,73%	-3,14%	-3,43%	-4,23%
2954004	1960 - 1989	103,59	132,83	152,19	163,11	170,76	176,65	194,79
	1990 - 2019	99,07	122,09	137,33	145,93	151,95	156,59	170,88
	Dif. Relativa	-4,36%	-8,09%	-9,76%	-10,53%	-11,01%	-11,36%	-12,28%

Fonte: Autoral

Tabela 5.10 – Coeficientes das equações IDF (sem *outliers*)

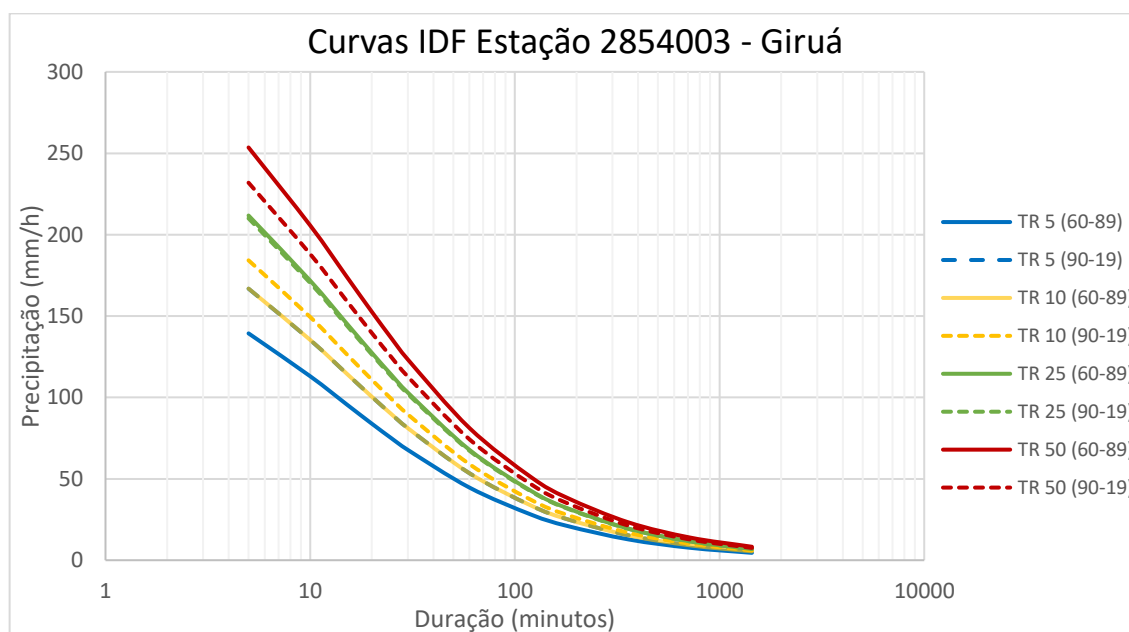
Município	Código	IDF 1960 - 1989				IDF 1990 - 2019			
		K	a	b	c	K	a	b	c
Paim Filho	2751006	903,67	0,1600	10,681	0,7561	954,53	0,1675	10,678	0,7560
Sananduva	2751007	986,68	0,1344	10,688	0,7563	1003,75	0,1778	10,678	0,7560
Erebango	2752006	945,44	0,1960	10,682	0,7561	1026,31	0,1589	10,680	0,7561
Sarandi	2753004	1062,27	0,1649	10,676	0,7560	1030,88	0,1261	10,678	0,7560
Santo Augusto	2753007	1087,91	0,1251	10,685	0,7563	1138,80	0,1559	10,682	0,7561
Jaquirana	2850009	806,13	0,1377	10,685	0,7562	824,37	0,1869	10,685	0,7562
Vila Flores	2851021	808,98	0,1560	10,689	0,7563	774,63	0,2015	10,685	0,7562
Casca	2851022	888,86	0,1401	10,683	0,7562	919,55	0,1432	10,681	0,7561
Ilópolis	2852014	1008,46	0,1646	10,684	0,7562	1008,32	0,1596	10,680	0,7561
Quinze De Novembro	2853014	992,01	0,1732	10,681	0,7561	1023,28	0,1712	10,679	0,7561
Girúá	2854003	734,73	0,2600	10,680	0,7561	1061,88	0,1431	10,680	0,7561
São Miguel das Missões	2854005	1054,11	0,1656	10,675	0,7560	1037,90	0,1397	10,681	0,7562
Santo Antônio das Missões	2855002	1173,14	0,1490	10,681	0,7561	1147,22	0,1420	10,677	0,7560
Caxias do Sul	2950033	807,71	0,1336	10,682	0,7562	874,72	0,1340	10,681	0,7561
Caxias do Sul	2951022	880,62	0,1498	10,680	0,7561	978,88	0,1509	10,680	0,7561
Dona Francisca	2953008	986,21	0,1678	10,681	0,7561	1009,25	0,1501	10,680	0,7561
Cacequi	2954001	955,16	0,1621	10,687	0,7563	1159,52	0,1327	10,680	0,7561
Santiago	2954004	1119,61	0,1839	10,675	0,7559	1070,71	0,1609	10,678	0,7561

Fonte: Autoral

Da mesma forma que no item anterior a desagregação das precipitações diárias apresentadas e a determinação das intensidades em mm/h para os tempos de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 120, 180, 360, 720 e 1440 minutos resultaram em tabelas de chuva que foram utilizadas para comparar com a chuva estimada pelas equações IDF. Assim, através da ferramenta Microsoft Excel Solver determinou-se os coeficientes das equações IDF para cada estação e período, sendo apresentados na Tabela 5.7.

As curvas IDF construídas removendo os *outliers* para as estações 2854003 e 2753004 estão expressas graficamente nas Figuras 5.9 e 5.10, respectivamente. Ao analisar as curvas da estação 2854003, do município de Giruá, por exemplo, percebe-se apresenta uma tendência contrária a maioria das estações uma vez que a diferença entre as precipitações dos períodos diminui com o aumento do tempo de retorno. Sendo que para 5 anos de tempo de retorno há um aumento na intensidade da precipitação no período de 1990 a 2019 que chega a igualar a precipitação de 10 anos de tempo de retorno dos anos de 1960 a 1989. Já para 50 anos de tempo de recorrência há uma diminuição na intensidade no segundo período em análise.

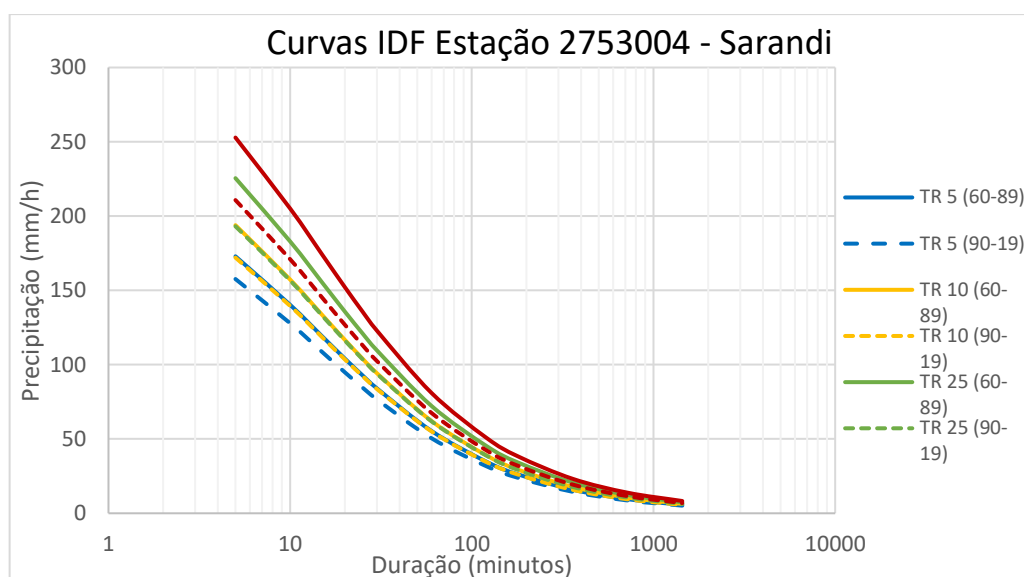
Figura 5.9 - Curvas IDF Estação 2854003 - Giruá



Fonte: Autoral

Entretanto as curvas da estação 2753004 do município de Sarandi expõem uma diminuição na intensidade estimada para o período de 1960 a 2019 em todos os tempos de retorno.

Figura 5.10 - Curvas IDF Estação 2753004 - Sarandi



Fonte: Autoral

As médias das diferenças relativas de cada tempo de retorno para cada estação considerando a remoção dos valores atípicos, foram compiladas na Tabela 5.11 onde exibe as diferenças relativas positivas destacadas em azul e as negativas em vermelho.

Tabela 5.11 – Diferenças relativas médias das estações (sem outliers)

Estação	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
2751006	6,21%	6,94%	7,49%	7,82%	8,05%	8,23%	8,80%
2751007	4,98%	9,25%	12,58%	14,59%	16,03%	17,16%	20,74%
2752006	5,81%	2,28%	-0,32%	-1,80%	-2,84%	-3,64%	-6,09%
2753004	-5,56%	-8,85%	-11,27%	-12,66%	-13,63%	-14,37%	-16,64%
2753007	7,00%	10,06%	12,44%	13,85%	14,87%	15,66%	18,16%
2850009	5,82%	10,70%	14,54%	16,85%	18,52%	19,83%	23,98%
2851021	-1,12%	3,09%	6,38%	8,36%	9,79%	10,90%	14,45%
2851022	3,72%	4,01%	4,23%	4,36%	4,45%	4,52%	4,74%
2852014	-0,32%	-0,78%	-1,13%	-1,33%	-1,48%	-1,59%	-1,93%
2853014	3,03%	2,83%	2,69%	2,61%	2,55%	2,50%	2,35%
2854003	33,25%	19,71%	10,39%	5,28%	1,80%	-0,83%	-8,55%
2854005	-3,39%	-5,65%	-7,33%	-8,30%	-8,98%	-9,50%	-11,11%
2855002	-2,64%	-3,26%	-3,73%	-4,00%	-4,20%	-4,35%	-4,81%
2950033	8,36%	8,40%	8,43%	8,44%	8,46%	8,47%	8,50%
2951022	11,25%	11,36%	11,44%	11,49%	11,53%	11,56%	11,64%
2953008	1,09%	-0,54%	-1,76%	-2,46%	-2,96%	-3,34%	-4,53%
2954001	19,04%	15,88%	13,54%	12,19%	11,25%	10,52%	8,29%
2954004	-5,94%	-7,90%	-9,36%	-10,20%	-10,79%	-11,25%	-12,65%

Fonte: Autoral

Igualmente ao ocorrido ao remover os valores atípicos encontrados das séries de máximos diários para o ajuste da distribuição de probabilidade de Gumbel para as precipitações estimadas pelas equações IDF sem os *outliers* houve modificação quanto ao sinal da diferença relativa em três estações. A estação 2751006 do município de Paim Filho que apresentava uma diferença negativa passou a indicar uma diferença positiva.

Por outro lado, as estações 2852014 e 2953008 dos municípios de Ilópolis e Dona Francisca que possuíam diferenças positivas passaram a apresentar diferenças negativas. Dessa forma, ao remover os *outliers* das séries de precipitação, onze estações (61,1%) apresentam diferenças relativas positivas, enquanto sete estações (38,9%) demonstram diferenças relativas negativas.

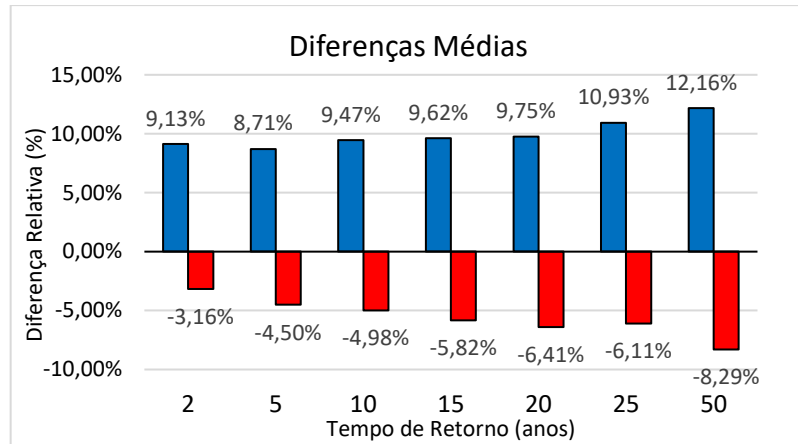
A partir da Tabela 5.11 foi determinada a média dos valores positivos e a média dos valores negativos para cada tempo de retorno, levando em conta toda a série de precipitações, resultando nos valores expostos pela Tabela 5.12 e exibidos pela Figura 5.11.

Tabela 5.12 – Médias das diferenças relativas desconsiderando os *outliers*

Tempo de Retorno	Tendência	Média
2	+	9,13%
	-	-3,16%
5	+	8,71%
	-	-4,50%
10	+	9,47%
	-	-4,98%
15	+	9,62%
	-	-5,82%
20	+	9,75%
	-	-6,41%
25	+	10,93%
	-	-6,11%
50	+	12,16%
	-	-8,29%
Média geral	+	9,97%
	-	-5,61%

Fonte: Autoral

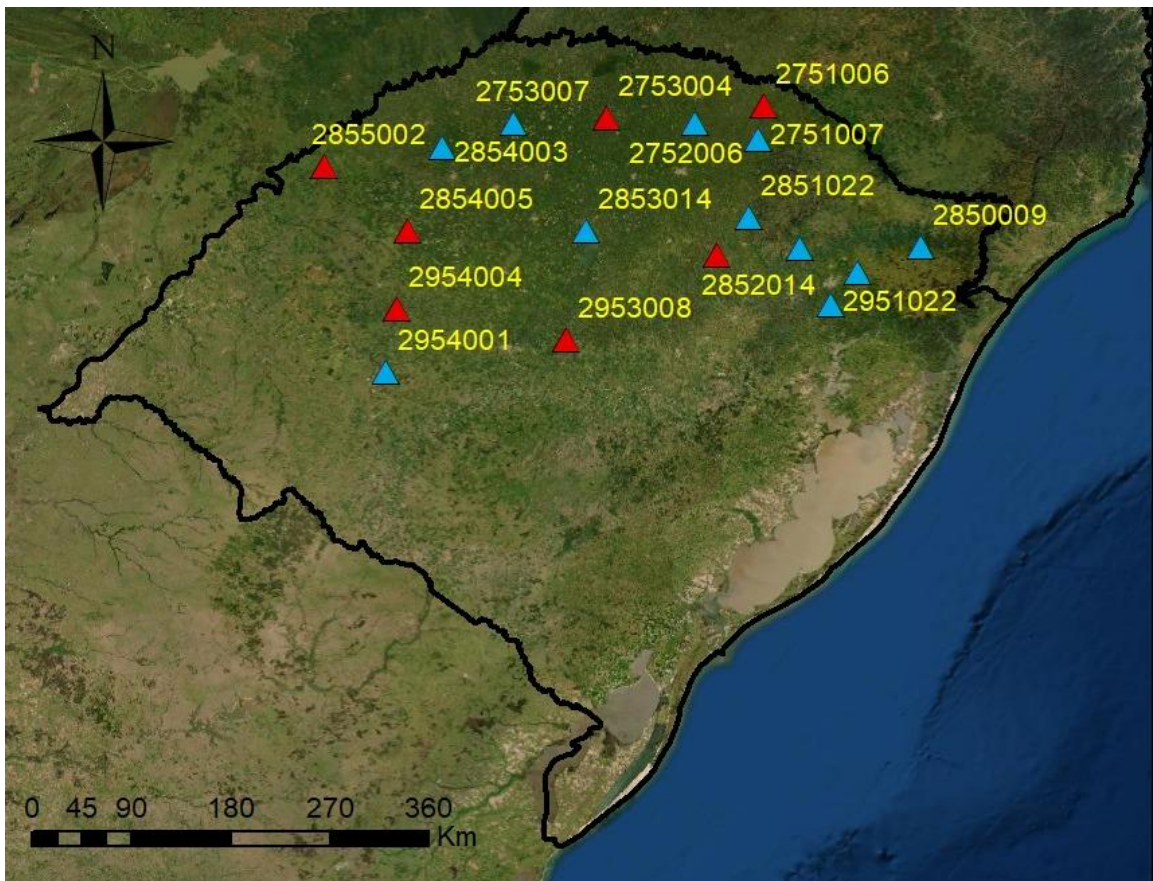
Figura 5.11 - Médias das diferenças relativas desconsiderando os *outliers*



Fonte: Autoral

As médias gerais das diferenças relativas mostraram uma tendência de aumento com o aumento do tempo de retorno e para ambas as situações em análise se mostraram semelhantes, ficando em torno de 9,9% de aumento no período de 1990 a 2016.

Figura 5.12 – Mapa das estações conforme diferenças relativas (sem *outliers*)



Fonte: Elaboração própria

O mapa da Figura 5.12 exibe a localização das estações conforme a diferença relativa observada ao comparar as curvas IDF resultantes da remoção dos valores atípicos das séries de precipitação, sendo indicadas em azul as estações com diferença positiva e em vermelho as com diferença negativa. Ao analisar a distribuição das estações percebe-se que diferentemente do que foi observado ao considerar as séries completas, não demonstraram um agrupamento regional quanto a diferença relativa.

Salienta-se também que as observações das duas estações do município de Caxias do Sul apresentaram tendências opostas para a situação considerando os outliers onde para a estação 2950033 houve um aumento das diferenças com o aumento do tempo de retorno chegando ao valor de 25,09% para 50 anos. No entanto, a estação 2951022 mostrou uma diminuição da diferença relativa com o aumento do tempo de retorno chegando a apontar uma precipitação maior para o período de 1960 a 1989.

Já ao remover os outliers as estações de Caxias do Sul passaram a apresentar diferenças relativas semelhantes variando de 8,33% a 11,62% e para ambas a diferença aumentou com o aumento do tempo de retorno. É importante ressaltar que as estações estão distantes aproximadamente trinta e seis quilômetros e que essas diferenças podem ser resultantes de erros sistemáticos de leitura.



## 6 CONCLUSÕES

A análise dos dados pluviométricos de dezoito estações do estado do Rio Grande do Sul possibilitou a construção de curvas IDF para dois períodos de trinta anos, 1960 a 1989 e 1990 a 2019, considerando todos os dados de precipitação máxima diária de cada ano, com até 3 dias falhos no ano e realizando a remoção de valores atípicos definidos matematicamente pelo teste de Grubbs e Beck. Sendo que não foi avaliado se o resultado se trata de uma medição incorreta ou resulta de causas naturais. Fazendo-se necessária uma investigação suplementar sobre as causas do valor atípico para definir com clareza sua remoção ou não da série de precipitações.

O primeiro cenário, no que se refere as precipitações máximas por TR resultantes da distribuição de Gumbel, treze estações (77,2%) possuem diferenças relativas positivas, sugerindo um aumento na intensidade de precipitação no segundo período em estudo (1960 a 2019).

Entre as precipitações estimadas pelas equações IDF, percebe-se que há um maior número de diferenças relativas positivas e em sua maioria inferiores, ou próximas a 10% de diferença. Porém, a maior diferença positiva observada é de 44,4% para o tempo de retorno de 2 anos. Nota-se também que 16% das diferenças foram maiores que 15%.

Ao remover os valores atípicos encontrados das séries de máximos diários, tratando-se então do segundo cenário, ao realizar o ajuste da distribuição de probabilidade de Gumbel houve modificação quanto ao sinal da diferença relativa em três estações (uma estação que apresentava diferença negativa passou a ser positiva e duas que demonstravam diferenças positivas passaram a ser negativas). Dessa forma, doze estações (66,7%) apresentam diferenças relativas positivas, enquanto seis estações (33,3%) demonstram diferenças relativas negativas.

As médias gerais das diferenças relativas mostraram uma tendência de aumento com o aumento do tempo de retorno e para ambas as situações se mostraram semelhantes sendo para as diferenças positivas em torno de 9,9% de aumento no período de 1990 a 2019.

As diferenças encontradas entre as precipitações e curvas para os dois períodos analisados ressaltam a importância da atualização das equações IDF com dados recentes e a preocupação da consideração das tendências climáticas para que não haja o subdimensionamento da precipitação de projeto de estruturas hidráulicas.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Marcelo Carvalho. **Desempenho de métodos de desagregação de chuvas intensas**. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Orientações para consistência de dados pluviométricos**. Brasília: ANA SGH, 2012.
- ARBOLEYA, Maria Victoria Fernández. **Pluviógrafo**. Ceuta, Espanha, 29 dez. 2006. Flickr: vfarboleya. Ceuta, Espanha, 2006. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/vfarboleya/342570208>. Acesso em: 7 nov. 2021.
- BACK, Álvaro José. Atualização das relações IDF de Florianópolis (SC) com dados do período de 1985 a 2012. *In*: CONGRESSO BASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28., 2015, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ABES, 2015.
- BASSO, Raviel Eurico. **Estimativa de chuvas intensas no Rio Grande do Sul a partir das relações genéricas de Bell e Chen**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- BRITTO, Lucas Narciso de; KELLNER, Erich. Procedimento para Construção da Equação de Chuva a partir das máximas precipitações diárias de séries anuais: Atualização da Equação de Chuva da cidade de São Carlos (SP). **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**. Tupã, v. 04, n. 26, p. 45-61, 2016.
- CALDEIRA, Tamara Leitzke. **Regionalização de chuvas intensas no estado do Rio Grande do Sul**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Hídrica) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.
- COELHO, Vanessa Righi; FAN, Fernando Mainardi. **Manual do programa super manejo de dados**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 2005.
- COLLISCHONN, Welter; DORNELLES, Fernando. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. 1. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2015.
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). **Drenagem Urbana**, manual de projeto. 1 ed. São Paulo, 1979.
- DEPARTAMENTO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL. **Bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul**. 2018.
- DORNELES, Viviane Rodrigues. **Análise de Chuvas Intensas com Abordagem de Dados Pluviográficos e Pluviométricos**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

GUIA para a COP26: O que é preciso saber sobre o maior evento climático do mundo. Brasília, 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/156377-guia-para-cop26-o-que-e-preciso-saber-sobre-o-maior-evento-climatico-do-mundo>. Acesso em: 06 nov. 2021.

HIDROLOGIA DE GRANDE ESCALA (HGE). **Manual de aplicação ANA Data Acquisition V 1.0**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 2021.

HIDROWEB – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) - ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: jun. 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *About the IPCC*. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/about/>. Acesso em: 05 nov. 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>. Acesso em: 06 nov. 2021.

LEVIN, Kelly; WASKOW, David; GERHOLDT, Rhys. Mudanças climáticas alarmantes: veja 5 grandes resultados do relatório do IPCC. 9 ago. 2021. Disponível em: [https://wribrasil.org.br/pt/blog/clima/ipcc-relatorio-mudancas-climaticas-2021?gclid=Cj0KCQjwrJOMBhCZARIsAGEd4VFuHzz0-egpX18MHi56c79bXaw3YO9GvE8oHTfHb55iuXQfGgH6wcQaAoUVEALw\\_wcB](https://wribrasil.org.br/pt/blog/clima/ipcc-relatorio-mudancas-climaticas-2021?gclid=Cj0KCQjwrJOMBhCZARIsAGEd4VFuHzz0-egpX18MHi56c79bXaw3YO9GvE8oHTfHb55iuXQfGgH6wcQaAoUVEALw_wcB). Acesso em: 06 nov. 2021.

MARTEL, Jean-Luc *et al.* Climate Change and Rainfall Intensity–Duration–Frequency Curves: Overview of Science and Guidelines for Adaptation. **Journal of Hydrologic Engineering**, ago. 2021.

MELLO, Carlos Rogério de Mello; SILVA, Antônio Marciano da. Métodos estimadores dos parâmetros da distribuição de Gumbel e sua influência em estudos hidrológicos de projeto. **Irriga**. Botucatu, v. 10, n. 4, p. 334-350, nov. 2005.

NAGHETTINI, Mauro; PINTO, Eber José de Andrade. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007.

NERILO, Nerilton. Pluviometria e chuvas intensas no estado de Santa Catarina. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

NUNES, Aline de Araújo *et al.* Intensity-duration-frequency curves in the municipality of Belo Horizonte from the perspective of non-stationarity. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, v. 26, e. 29, 2021.

PINTO, Eber José de Andrade. **Atlas Pluviométrico do Brasil**: Metodologia para definição de equações intensidade-duração-frequência do projeto Atlas Pluviométrico. Belo Horizonte: CPRM, 2013.

ROCHA, Ana Elisa. **Geografia em Ação**: Pluviômetro. 2016. Disponível em: <http://noosfero.ucsal.br/institucional/noticias/geografia-em-acao-pluviometro>. Acesso em: 7 nov. 2021.

SAMPAIO, Marcela Vilar. **Determinação e Espacialização de Equações de Chuvas Intensas em Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul**. 2011 Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

SANTANA, Crislane Ribeiro de; SOUZA, Milena Ferreira de Lima; LUZ, Lafayette Dantas da. I-D-F de chuvas intensas em Salvador: Alterações e Tendências Históricas. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS, 13., 2020, Porto Alegre. **Anais** [...]. ABRhidro, 2020.

SCHARDONG, Andre; SRIVASTV, Roshan; SIMONOVIC, Slobodan P.. Atualização da equação intensidade-duração-frequência para a cidade de São Paulo sob efeito de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 19, n. 4, p. 176-185, 2014.

SILVA, Luciene Pimentel da. **Hidrologia**: engenharia e meio ambiente. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595155510/cfi/6/2/4/2/2@0.00:0.00>. Acesso em: 06 maio 2021.

TIRADENTES, Silvia Gonzales Sorensen; MAMEDES, Ingrid Moreno. Eventos extremos de precipitação: uma análise da região de Curitiba/PR. *In*: Encontro Nacional de Desastres, 2., 2020. **Anais** [...]. Porto Alegre: ABRHidro, 2020.

TUCCI, Carlos E. M. *et al.* **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: UFRG/ABRH, 2014.

WESCHENFELDER, Adriana Burin *et al.* Geração de Curvas IDF para Cenários Projetados na Cidade de Porto Alegre/RS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 201-2016, 2019.

## ANEXO A – DADOS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS

ANO	Estações					
	2751006	2751007	2752006	2753004	2753007	2850009
1960	106,2	73,9	100	73,4	99,4	88,2
1961	75,4	110,1	200	81,3	77,6	94
1962	65,4	101,3	50	76,8	98	49
1963	87,4	151,3	80	100,2	91,2	73,5
1964	76,8	89,8	75	68,4	89	60,2
1965	196,4	136,4	75	107,4	88,8	96,5
1966	74,2	93,5	75	87	76,2	59,2
1967	55,4	92,4	75	108	74	84,4
1968	68,4	81,2	53,4	76	102,3	56,3
1969	112,5	89,4	95	90,4	103,2	87,7
1970	146,3	105,4	103	120	106,1	62
1971	117,4	90,1	70,6	62	106	77,8
1972	88,2	110,2	75,6	122	102,8	70,1
1973	68,6	81,8	78	119	130,3	80,5
1974	84	85,4	97	144	124,5	68,2
1975	70,4	73,3	92	83,2	135,3	65,3
1976	115	70,5	95,2	81	87,4	102,2
1977	90,2	76,6	72	156,2	138,7	129,1
1978	56,9	84,6	55,2	72	74,6	75,2
1979	80,2	84,2	63	129,2	119	45,2
1980	73,6	87,5	63,6	86,1	134,3	91
1981	74,2	75,5	113,8	70,1	89	87,2
1982	82	134,9	158,6	134	128	67,4
1983	93,2	100,4	100,8	95,2	90,7	106,1
1984	108,2	109,8	122,8	144	171	68,2
1985	116,5	122,4	159,7	143	99	66,2
1986	76,4	59,2	149,8	106	99	85,2
1987	118,2	118,3	146	98,1	117	90,2
1988	80	90,5	74,6	115,1	100,4	96,4
1989	67	96	106,8	132,8	108,2	77,2
1990	108	113,8	105		133,2	66
1991	80,2	54,9	109	105,3	130	82
1992	126	149,8	152,4		117,2	78
1993	104,5	147,4		92,4	80,4	60,8
1994	79,2		100	103,8	93,6	71,8
1995	119	68,5	91	99,2	76	48,8
1996	68,2	71	96	88,2	98,3	61
1997	85	105,6	175	117	157	90,5
1998	116	90,8	105	76	136	71,9
1999	103,5	101,7	106,3	100	79	52
2000	57,2	68,1	110,8	76	111,2	71
2001	117	140,8	88,4	75	83	128,2
2002	61	86,9	75,6	85,2	80	73,4

ANO	Estações					
	2751006	2751007	2752006	2753004	2753007	2850009
2003	54,5	73	91,6	96,4	104	143
2004	79,2	95,6	64,5	94,8	95	41,8
2005	97	112	133	94,1	160	68,6
2006			87,3	118,8	127	61,7
2007					132	
2008	75	59,2	65,4	74,8	102	75,6
2009					106	
2010	73,2	89,4	114,3	122,8	127	71,5
2011	81,2	94,4	79,5	108,6	94,3	114,2
2012	106,2	85,9	127,7	98	89	58
2013	82,1	92,5	87,2	76		113
2014	110	112,3	107,8	101,8		74
2015	80,5	151,1	155,5	102,4		81
2016	139,6	129,9	70	135		121,4
2017	144,6	81,5		138	132,6	68,6
2018	64,6	95,4	73,3	90,2	144,9	102
2019	81,9	63,8	77,3	74,2	61,9	

ANO	Estações					
	2851021	2851022	2852014	2853014	2854003	2854005
1960	82,4	90,6	70	120	23,4	105,5
1961	73,4	74,2	76,4	101	39,8	138
1962	40	35	46,2	52	18,4	87,4
1963	65,4	100	120,2	81	15,1	164
1964	68	90,6	55,3	56	25,4	87,3
1965	80,4	82,4	101,2	81	25,2	135
1966	78	73,2	128,4	75,5	25	67,4
1967	95,2	75,2	86,4	81	25	92,9
1968	60,6	57,2	59,8	64	25	101,6
1969	73	75,2	76,2	83	90	59,3
1970	59	80,5	93,2	115	60,4	85,2
1971	75	105,3	135,9	103,2	143,1	75,2
1972	80,4	88,3	138,8	72,6	237,4	105,2
1973	88,2	93,3	106,5	117,6	128	84,2
1974	87,2	85,4	120,3	156	111	102,5
1975	71	95,4	110,6	109,6	83,2	80,4
1976	71,2	97,6	87,2	89,2	42	75,4
1977	85,4	84,6	126,2	102,2	100,3	100,4
1978	68,2	65,4	80,4	58	76,5	151,2
1979	75,4	80,4	91,2	80	99,4	133,4
1980	68,3	72,6	94,2	100	100	110,4
1981	72	97,6	87,2	68	87	107,4
1982	104,2	114,6	135,2	130	93	121,1
1983	95,1	146,4	94,4	120	107	100,2
1984	56,3	83,2	134,2	142,6	84,3	88,2

ANO	Estações					
	2851021	2851022	2852014	2853014	2854003	2854005
1985	57	80,6	62,2	109	91,3	131,8
1986	55,4	77,9	108,3	83	115,3	67,2
1987	112,1	134,3	97,5	136,4	90,2	127
1988	125,2	83,8	100,4	102,4	57,2	62,8
1989	112,1	88,5	98,7	200	102,3	111,8
1990	70,2	88,3	106,2		99,1	
1991	60,2	68,6	101,2	140	70,3	64,4
1992	115,2	84,1	65,2	113,5	120	62,6
1993	62,1	78,5	75	130,2	98	119,8
1994	85,3	86,7	81,6	94,2	80,8	110,4
1995	79,1	53,5	48,2	60,7	97,8	83
1996	90,2	95,3	109,2	80	85,3	121,8
1997	87,2	78,5	133,6	130	122,7	141
1998	125,1	92,5	97,2	165	94,1	86,4
1999	63,1	71,5	76,6	61	86,5	57
2000	79,6	95,5	97,8	55	100,3	108
2001	150,3	180,7	101,6	110,3	74,5	122,6
2002	75,6	88,2	88,6	92,1	108,5	102,9
2003	200,7	120,1	169,9	75,1	194,5	109
2004	68,5	98,3	79,1	91,5	60,3	91,7
2005	77	92,3	65,6	85,4	90,1	106,1
2006	90	98,3	82,5	80	78,1	91,4
2007			111,6			
2008		108,5	154,1	100,3	95,2	82,6
2009			96			
2010	59,1	135,3	135,2	84	114,3	126,6
2011	47,4	114,3	121,5	107	119,5	86
2012	56	100,2	114,2	112,3	120,7	90,1
2013	47,7	73,5		90,5	113,7	75,7
2014	48,7	98,6		107,5	134,4	111,4
2015	60,6			140	106,4	171
2016	47	70,3		105	145,3	103
2017	46,8	64	104,1	185	148,8	113,3
2018	64	67,3	107,5	105,4	91,3	104,5
2019	112	66,5	77,7	62,1	88,6	107

ANO	Estações					
	2855002	2950033	2951022	2953008	2954001	2954004
1960		65	77,2	78,2	76,2	88,4
1961	131,8	70,2	65,4	98	93	112,1
1962	125	92	58,7	52,2	91,4	111,4
1963	135,2	77,2	104	73	121	84,2
1964	108,6	87,2	76,4	66,3	65	87,8
1965	136,2	62,4	72,3	143,2	125,4	136,2
1966	96,6	85,3	79,2	109,2	120	86,4

ANO	Estações					
	2855002	2950033	2951022	2953008	2954001	2954004
1967	72,2	99,1	81,4	105,3	63,8	156,8
1968	91,6	55,4	58,5	74,3	65,6	78,2
1969	89,2	60,1	66,3	88,2	78,8	144
1970	97,6	85,2	82,1	54,4	137,6	70,5
1971	91	95	82,4	106,4	73,2	71,2
1972	113	70	95,4	97	97,4	85,8
1973	129,6	93	85,4	142,3	110,2	135,8
1974	231,6	68	72,4	102	68,6	192,4
1975	93,4	73	96,7	92,4	106,2	71,8
1976	92	63,5	72,5	75,6	52,2	93,6
1977	108,4	69,7	91,6	74	72,2	90,2
1978	119,6	74	102,7	73,2	90,4	95
1979	78,2	51,5	73,6	74	75,4	125
1980	114,8	58,7	149,6	130,6	80	121
1981	62,2	75,5	91,4	133	70	68
1982	180	130,9	168,7	100,9	115,8	156
1983	148,6	98,5	78,3	85,2	90	98
1984	102,2	77,5	92,2	150	94,6	112
1985	111	57,3	87,8	96,4	120	95,4
1986	125	112	121,3	110	112,6	144
1987	137,6	75,3	75,3	107,6	136	169
1988	120,4	91,5	102	87,4	71,8	68,5
1989	142,2	87,8	60,5	82,4	90,2	122
1990	147,6	97,2	121,3	87,4	98,6	95
1991	98,8	76,5	91	164,8	111	128
1992	133,8	86,8	129	79,2	138,4	92
1993	124	72,6	65,3	76,4	136,6	106
1994	111,8	72,5	106	114,2	61,4	94,2
1995	69,5	75,2	75,2	79,4		78,6
1996	81,5	65,1	68,3	118,4	116	85
1997	124,2	69,8		86,2	106	128,5
1998	125,7	89,5	84	75,2	203,7	141
1999	83,6	64,1	93,1	76,5	95,4	115
2000	85	69,9	102,5	66,5	80,5	72
2001	102,5	105,5	93,1	86,4	98,4	115
2002	106	78,2	71,2	85,5	135	162
2003	121,8	159,3	132,9	128,8	138,8	107
2004	71	56,1	73,9	89,8	116,8	61
2005	68,2	72,8	64,3	107,8	90,3	83,2
2006	104	118,4	83,1	62,3	82,4	80,2
2007	108,9	106,3		90,3		
2008	122,2	103,7	107,9	118,6	81,2	77,5
2009		80,8				
2010	120	95,2				
2011	125,2	108,2	119,3	112	136,6	66
2012	93,4	158,8	97,1	106,8	124,7	149,2

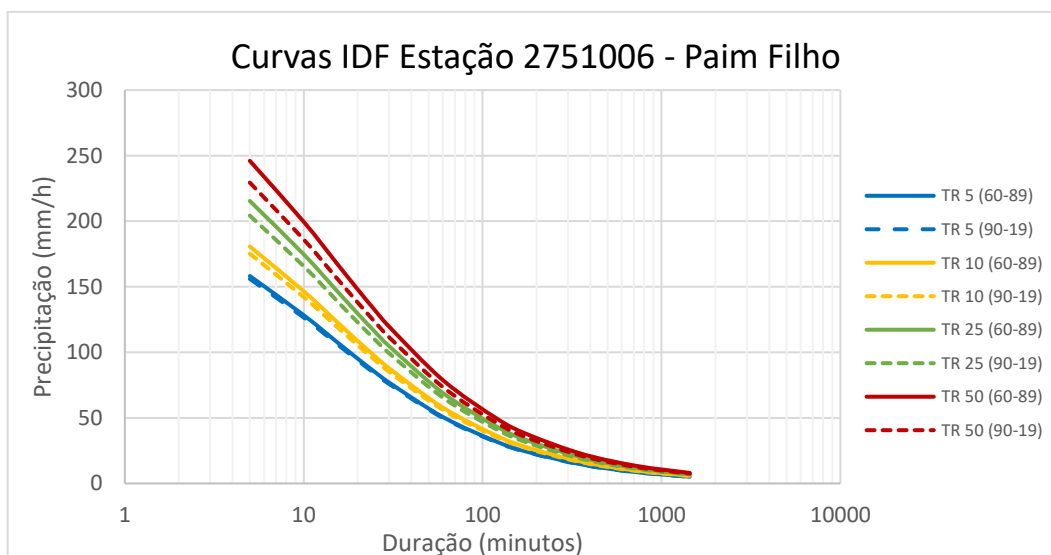


ANO	Estações					
	2855002	2950033	2951022	2953008	2954001	2954004
2013	129,7		119,3	112,6	130,7	87,1
2014	145,8		62,9	93,8	122,4	120
2015	149,8		78,6	187,8	138,7	195
2016	91,3		114,2	103,8	102,7	115
2017	126,1	82,5	110	109,7	108,5	108
2018	87,6	65,8	69,9	107,8	101,5	92
2019	125,3	87,7	112,1	77	107,8	128,5

## ANEXO B – CHUVA ESTIMADA E CURVAS IDF CONSIDERANDO AS SÉRIES COMPLETAS

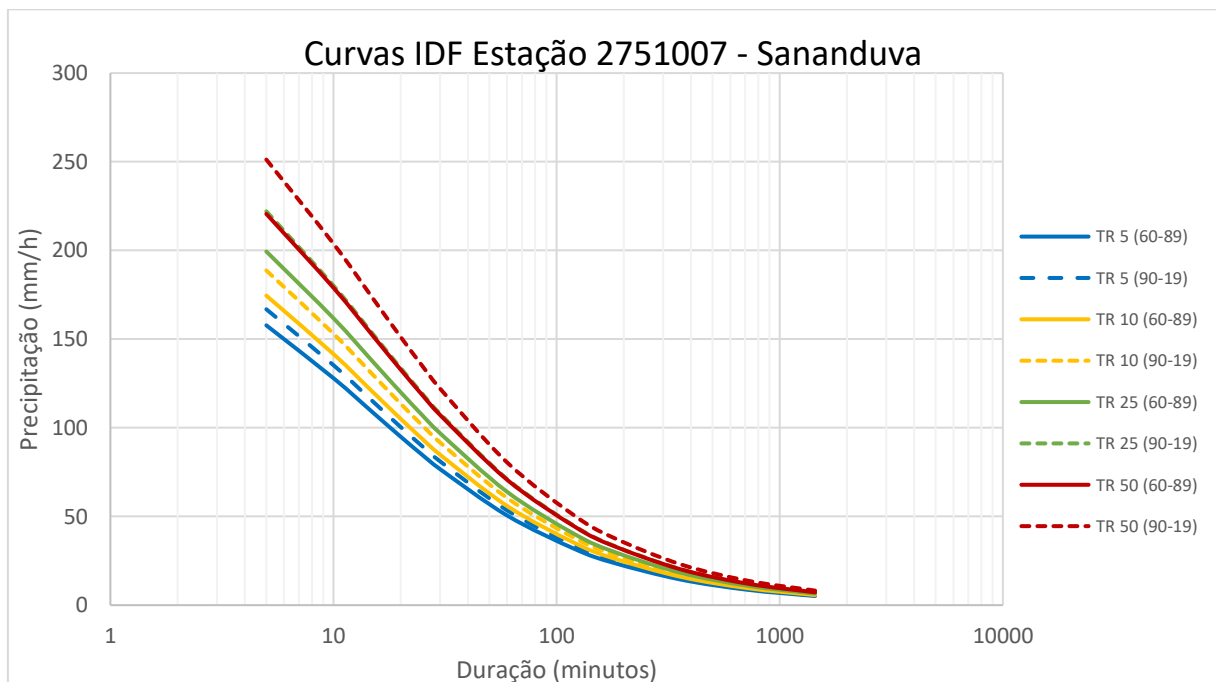
2751006 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	132,73	158,22	180,71	195,32	206,40	215,42	246,04
10	107,67	128,35	146,59	158,44	167,43	174,75	199,59
15	91,41	108,97	124,46	134,52	142,15	148,36	169,45
20	79,91	95,25	108,79	117,59	124,26	129,69	148,12
25	71,29	84,98	97,06	104,90	110,85	115,70	132,14
30	64,56	76,96	87,89	95,00	100,39	104,78	119,67
60	42,51	50,68	57,88	62,56	66,11	69,00	78,81
120	26,71	31,84	36,37	39,31	41,54	43,35	49,51
180	20,07	23,93	27,33	29,54	31,21	32,58	37,21
360	12,14	14,47	16,53	17,87	18,88	19,71	22,51
720	7,27	8,66	9,89	10,69	11,30	11,80	13,47
1440	4,33	5,16	5,89	6,37	6,73	7,02	8,02

2751006 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	133,83	156,02	175,22	187,53	196,79	204,28	229,42
10	108,55	126,56	142,13	152,12	159,63	165,71	186,10
15	92,16	107,44	120,67	129,15	135,52	140,68	157,99
20	80,56	93,92	105,48	112,89	118,46	122,97	138,11
25	71,87	83,79	94,10	100,71	105,68	109,71	123,21
30	65,09	75,88	85,22	91,21	95,71	99,35	111,58
60	42,86	49,97	56,12	60,07	63,03	65,43	73,48
120	26,93	31,40	35,27	37,74	39,61	41,11	46,17
180	20,24	23,60	26,50	28,36	29,76	30,90	34,70
360	12,25	14,28	16,03	17,16	18,01	18,69	20,99
720	7,33	8,55	9,60	10,27	10,78	11,19	12,57
1440	4,36	5,09	5,72	6,12	6,42	6,66	7,48



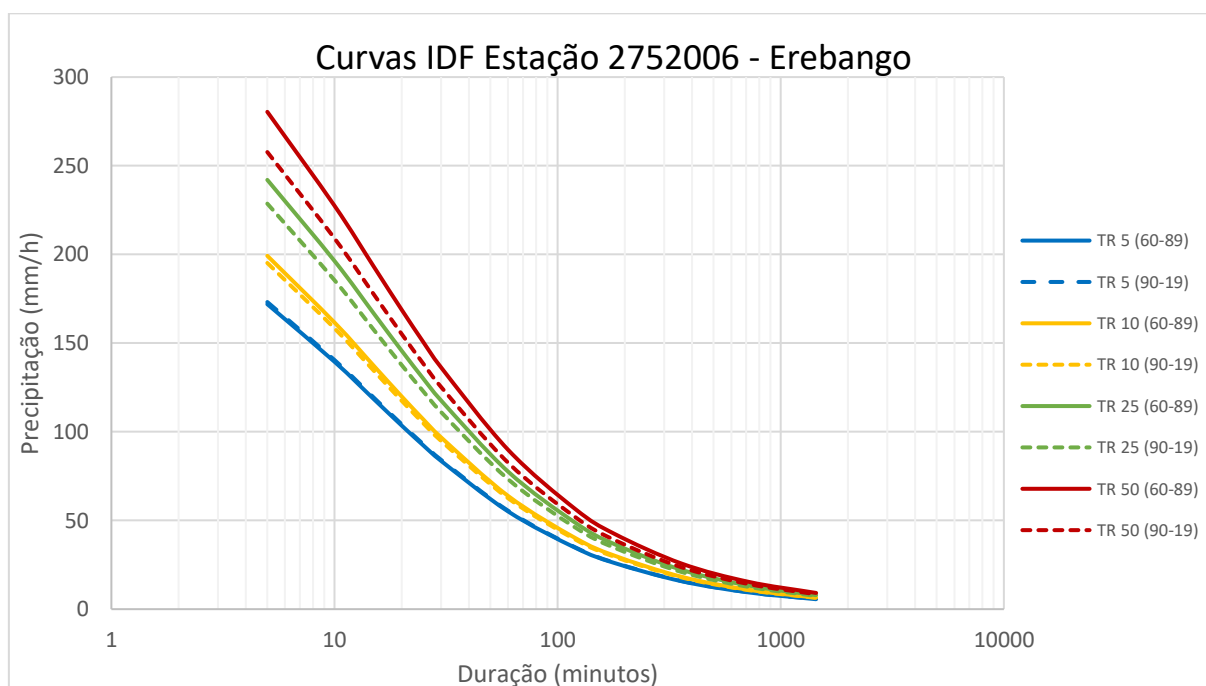
2751007 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	138,07	157,77	174,52	185,13	193,05	199,42	220,59
10	112,00	127,98	141,56	150,17	156,59	161,76	178,94
15	95,08	108,65	120,18	127,49	132,94	137,33	151,91
20	83,12	94,98	105,06	111,45	116,21	120,05	132,79
25	74,15	84,73	93,73	99,42	103,68	107,10	118,47
30	67,15	76,73	84,88	90,04	93,89	96,99	107,28
60	44,23	50,54	55,90	59,30	61,83	63,88	70,66
120	27,79	31,76	35,13	37,26	38,86	40,14	44,40
180	20,89	23,87	26,40	28,00	29,20	30,17	33,37
360	12,64	14,44	15,97	16,94	17,67	18,25	20,19
720	7,56	8,64	9,56	10,14	10,58	10,93	12,09
1440	4,50	5,15	5,69	6,04	6,30	6,51	7,20

2751007 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	141,74	166,82	188,70	202,81	213,45	222,09	251,22
10	114,97	135,31	153,06	164,51	173,14	180,15	203,78
15	97,60	114,88	129,94	139,66	146,99	152,94	173,00
20	85,32	100,42	113,59	122,08	128,49	133,69	151,23
25	76,12	89,58	101,34	108,91	114,63	119,27	134,91
30	68,93	81,13	91,77	98,63	103,81	108,01	122,18
60	45,39	53,43	60,44	64,95	68,36	71,13	80,46
120	28,52	33,57	37,97	40,81	42,95	44,69	50,56
180	21,44	25,23	28,54	30,67	32,28	33,59	37,99
360	12,97	15,26	17,26	18,55	19,53	20,32	22,98
720	7,76	9,14	10,33	11,11	11,69	12,16	13,76
1440	4,62	5,44	6,15	6,61	6,96	7,24	8,19



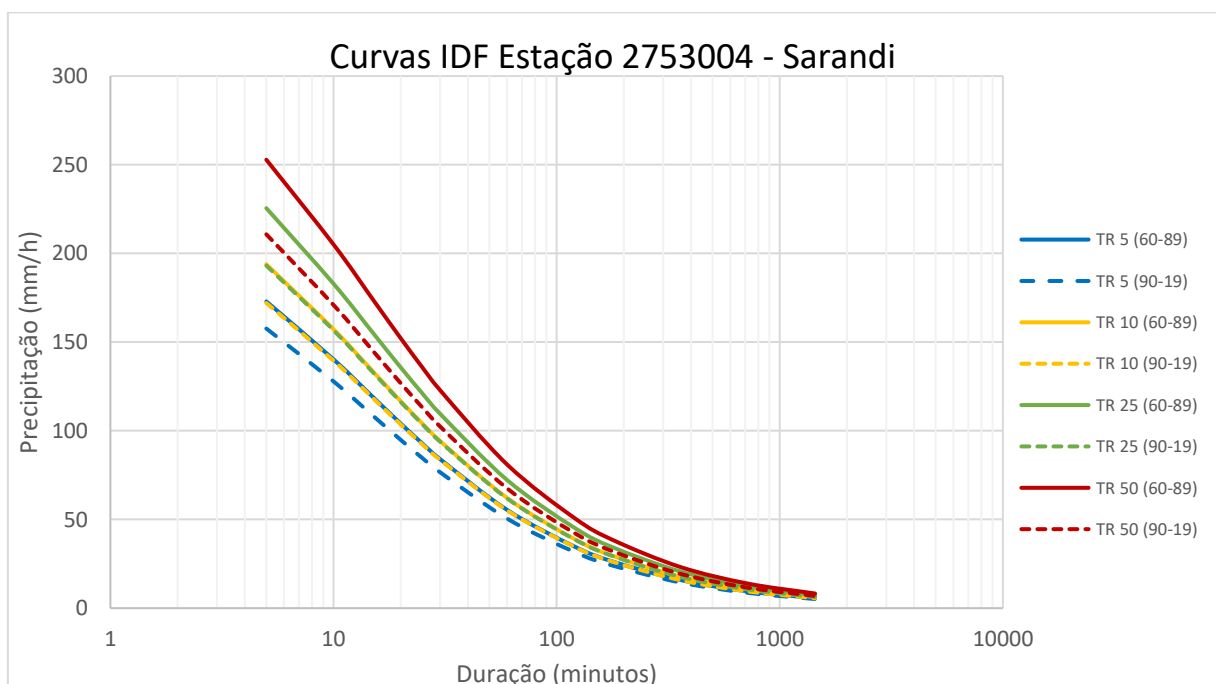
2752006 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	141,55	171,96	199,23	217,14	230,82	242,03	280,41
10	114,83	139,49	161,62	176,15	187,25	196,33	227,47
15	97,49	118,43	137,21	149,55	158,97	166,69	193,12
20	85,22	103,52	119,94	130,73	138,96	145,71	168,82
25	76,03	92,36	107,00	116,63	123,97	129,99	150,61
30	68,85	83,64	96,90	105,62	112,27	117,72	136,39
60	45,34	55,08	63,82	69,56	73,94	77,53	89,82
120	28,49	34,61	40,10	43,70	46,46	48,71	56,44
180	21,41	26,01	30,13	32,84	34,91	36,61	42,41
360	12,95	15,73	18,23	19,87	21,12	22,14	25,66
720	7,75	9,42	10,91	11,89	12,64	13,26	15,36
1440	4,62	5,61	6,50	7,08	7,53	7,89	9,14

2752006 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	147,82	173,17	195,19	209,34	220,00	228,65	257,72
10	119,91	140,47	158,33	169,81	178,46	185,47	209,06
15	101,80	119,26	134,42	144,17	151,51	157,46	177,49
20	88,99	104,25	117,50	126,02	132,44	137,65	155,15
25	79,39	93,00	104,83	112,43	118,16	122,80	138,41
30	71,90	84,22	94,93	101,82	107,00	111,21	125,35
60	47,35	55,47	62,52	67,05	70,47	73,24	82,55
120	29,75	34,85	39,28	42,13	44,28	46,02	51,87
180	22,36	26,19	29,52	31,66	33,27	34,58	38,98
360	13,53	15,84	17,86	19,15	20,13	20,92	23,58
720	8,10	9,48	10,69	11,47	12,05	12,52	14,12
1440	4,82	5,65	6,37	6,83	7,17	7,46	8,40



2753004 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	148,70	172,96	193,91	207,32	217,39	225,54	252,85
10	120,62	140,30	157,29	168,16	176,34	182,95	205,10
15	102,40	119,11	133,53	142,77	149,70	155,31	174,12
20	89,51	104,12	116,72	124,80	130,86	135,77	152,21
25	79,86	92,88	104,13	111,33	116,74	121,12	135,79
30	72,32	84,11	94,30	100,82	105,72	109,69	122,97
60	47,63	55,40	62,11	66,40	69,63	72,24	80,99
120	29,93	34,81	39,02	41,72	43,75	45,39	50,89
180	22,49	26,16	29,33	31,36	32,88	34,11	38,24
360	13,61	15,83	17,74	18,97	19,89	20,64	23,14
720	8,15	9,47	10,62	11,36	11,91	12,35	13,85
1440	4,85	5,64	6,32	6,76	7,09	7,36	8,25

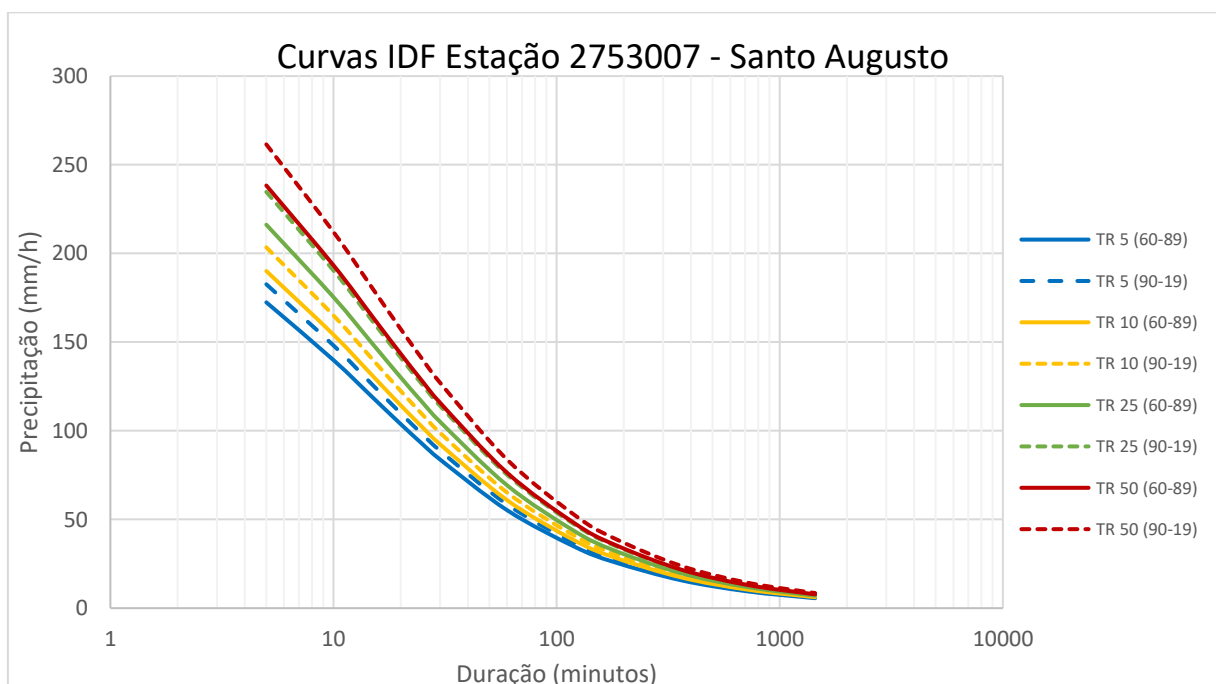
2753004 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	140,45	157,65	172,06	181,08	187,77	193,13	210,78
10	113,93	127,88	139,57	146,89	152,32	156,66	170,97
15	96,72	108,57	118,49	124,70	129,31	133,00	145,15
20	84,55	94,90	103,57	109,01	113,04	116,26	126,88
25	75,43	84,67	92,40	97,25	100,84	103,72	113,20
30	68,31	76,67	83,68	88,07	91,32	93,93	102,51
60	44,98	50,50	55,11	58,00	60,14	61,86	67,51
120	28,27	31,73	34,63	36,44	37,79	38,87	42,42
180	21,24	23,84	26,02	27,39	28,40	29,21	31,88
360	12,85	14,42	15,74	16,57	17,18	17,67	19,29
720	7,69	8,64	9,42	9,92	10,29	10,58	11,55
1440	4,58	5,14	5,61	5,91	6,12	6,30	6,87



2753007 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	151,60	172,44	190,07	201,22	209,52	216,19	238,30
10	122,98	139,87	154,18	163,22	169,95	175,37	193,31
15	104,40	118,75	130,90	138,57	144,29	148,88	164,11
20	91,26	103,80	114,42	121,13	126,13	130,14	143,46
25	81,42	92,61	102,08	108,06	112,52	116,10	127,98
30	73,73	83,86	92,44	97,86	101,90	105,14	115,90
60	48,56	55,23	60,88	64,45	67,11	69,24	76,33
120	30,51	34,70	38,25	40,50	42,17	43,51	47,96
180	22,93	26,08	28,75	30,43	31,69	32,70	36,04
360	13,87	15,78	17,39	18,41	19,17	19,78	21,80
720	8,30	9,45	10,41	11,02	11,48	11,84	13,05
1440	4,94	5,62	6,20	6,56	6,83	7,05	7,77

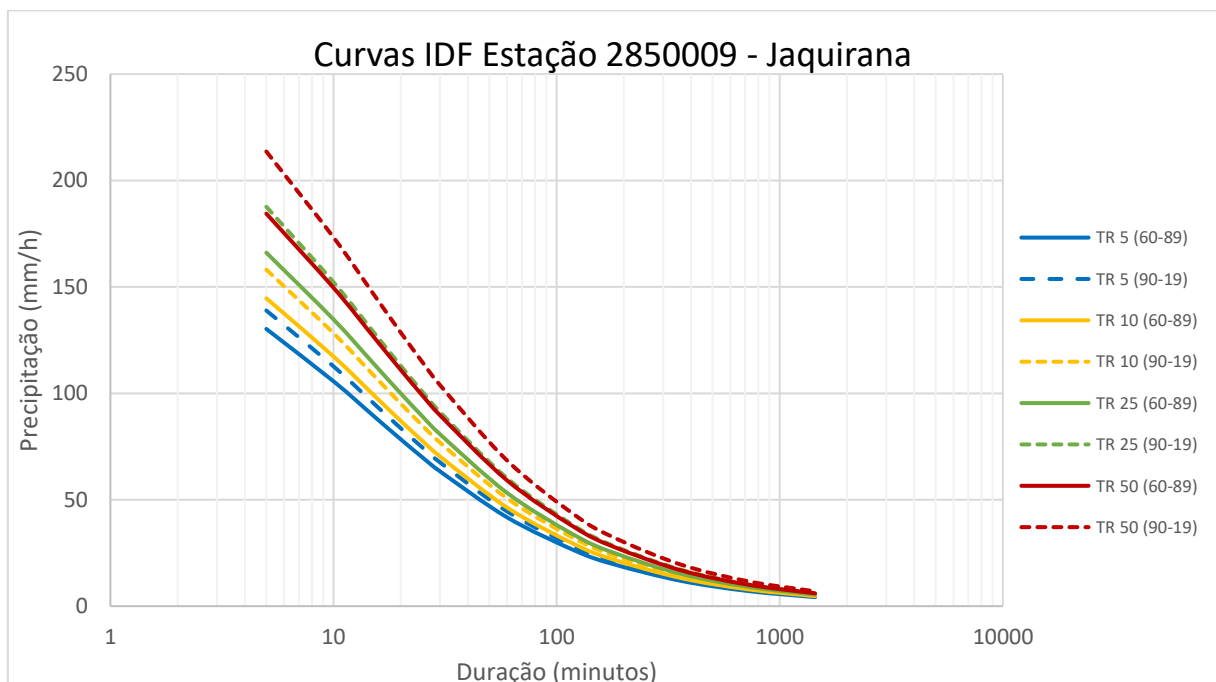
  

2753007 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	158,30	182,61	203,45	216,73	226,67	234,69	261,47
10	128,41	148,13	165,03	175,80	183,87	190,38	212,10
15	109,02	125,76	140,11	149,25	156,10	161,62	180,07
20	95,30	109,93	122,47	130,47	136,45	141,28	157,40
25	85,01	98,07	109,26	116,39	121,73	126,04	140,42
30	76,99	88,81	98,95	105,40	110,24	114,14	127,17
60	50,70	58,49	65,16	69,41	72,60	75,17	83,74
120	31,86	36,75	40,94	43,61	45,61	47,23	52,62
180	23,94	27,61	30,77	32,77	34,28	35,49	39,54
360	14,48	16,70	18,61	19,83	20,73	21,47	23,92
720	8,67	10,00	11,14	11,87	12,41	12,85	14,32
1440	5,16	5,95	6,63	7,07	7,39	7,65	8,52



2850009 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	113,42	130,26	144,63	153,77	160,59	166,10	184,43
10	92,01	105,67	117,33	124,74	130,28	134,74	149,61
15	78,12	89,71	99,61	105,90	110,61	114,40	127,02
20	68,29	78,42	87,08	92,58	96,69	100,00	111,04
25	60,92	69,96	77,68	82,59	86,26	89,21	99,06
30	55,17	63,36	70,35	74,79	78,11	80,79	89,71
60	36,33	41,72	46,33	49,25	51,44	53,20	59,08
120	22,83	26,21	29,11	30,95	32,32	33,43	37,12
180	17,15	19,70	21,87	23,25	24,29	25,12	27,89
360	10,38	11,92	13,23	14,07	14,69	15,19	16,87
720	6,21	7,13	7,92	8,42	8,79	9,09	10,10
1440	3,70	4,25	4,71	5,01	5,23	5,41	6,01

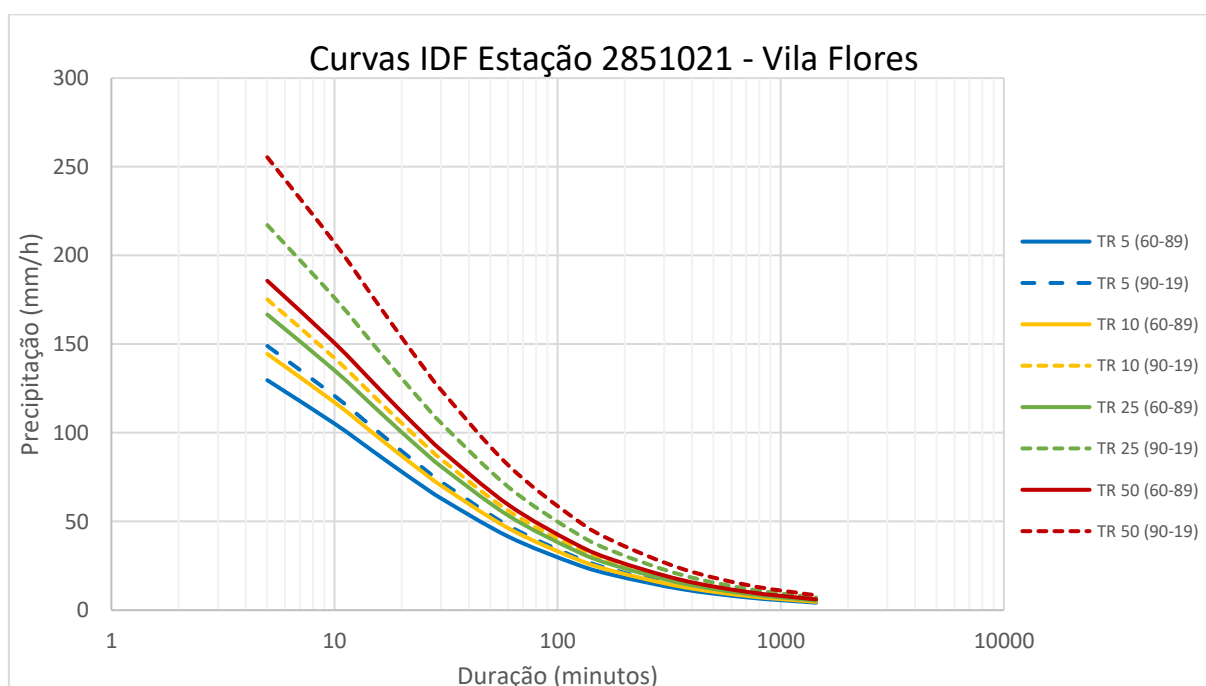
2850009 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	117,04	138,91	158,13	170,58	180,00	187,67	213,63
10	94,94	112,68	128,27	138,37	146,01	152,23	173,29
15	80,61	95,66	108,90	117,47	123,96	129,24	147,12
20	70,46	83,62	95,19	102,69	108,36	112,98	128,60
25	62,86	74,60	84,92	91,61	96,67	100,79	114,73
30	56,92	67,56	76,91	82,96	87,54	91,27	103,90
60	37,49	44,49	50,64	54,63	57,65	60,11	68,42
120	23,55	27,95	31,82	34,33	36,22	37,76	42,99
180	17,70	21,01	23,91	25,79	27,22	28,38	32,30
360	10,71	12,71	14,46	15,60	16,46	17,17	19,54
720	6,41	7,61	8,66	9,34	9,86	10,28	11,70
1440	3,82	4,53	5,15	5,56	5,87	6,12	6,96



2851021 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	112,38	129,65	144,46	153,90	160,96	166,67	185,71
10	91,17	105,18	117,19	124,85	130,58	135,20	150,65
15	77,40	89,30	99,50	105,99	110,86	114,79	127,90
20	67,66	78,06	86,97	92,66	96,91	100,34	111,80
25	60,36	69,64	77,59	82,66	86,45	89,52	99,74
30	54,66	63,06	70,27	74,86	78,29	81,07	90,33
60	36,00	41,53	46,27	49,30	51,56	53,39	59,49
120	22,62	26,09	29,07	30,97	32,39	33,54	37,37
180	17,00	19,61	21,85	23,27	24,34	25,21	28,08
360	10,28	11,86	13,22	14,08	14,72	15,25	16,99
720	6,15	7,10	7,91	8,43	8,81	9,13	10,17
1440	3,66	4,23	4,71	5,02	5,25	5,43	6,05

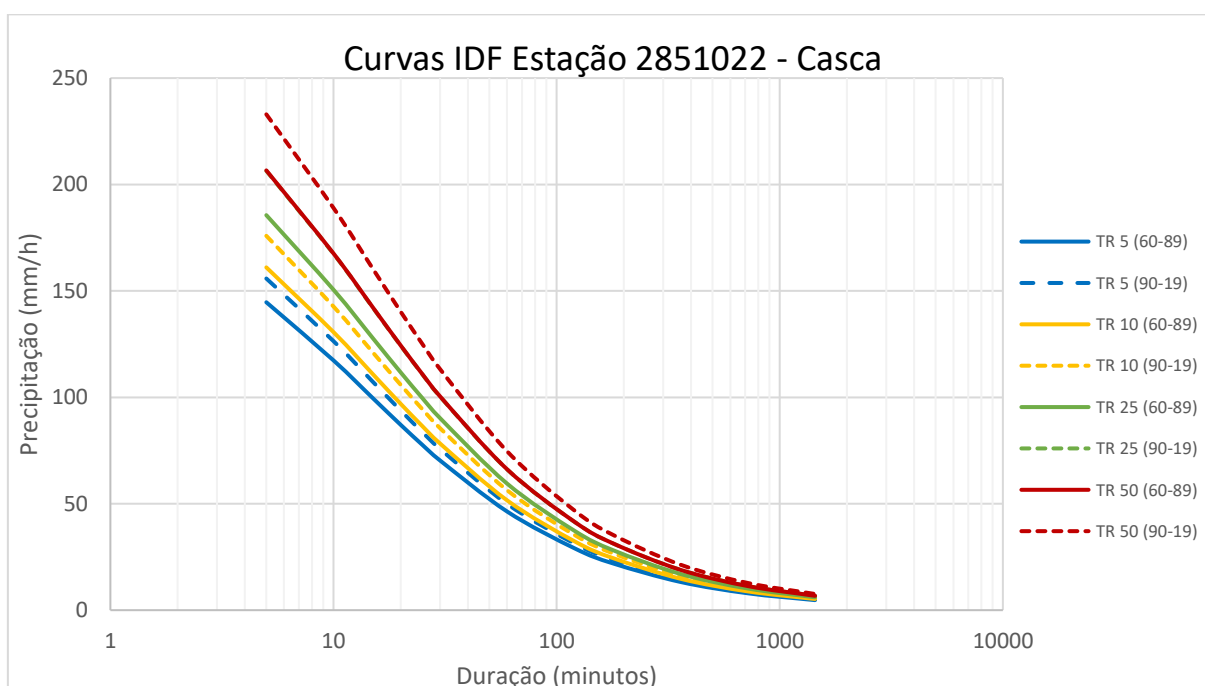
2851021 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	120,20	148,96	175,21	192,65	206,07	217,12	255,38
10	97,51	120,84	142,13	156,28	167,17	176,13	207,16
15	82,78	102,59	120,66	132,68	141,92	149,53	175,88
20	72,36	89,68	105,48	115,98	124,06	130,72	153,74
25	64,56	80,00	94,10	103,47	110,68	116,61	137,16
30	58,46	72,45	85,22	93,70	100,23	105,61	124,21
60	38,50	47,71	56,12	61,71	66,01	69,55	81,80
120	24,19	29,98	35,26	38,77	41,47	43,70	51,40
180	18,18	22,53	26,50	29,14	31,17	32,84	38,62
360	11,00	13,63	16,03	17,63	18,85	19,87	23,37
720	6,58	8,16	9,60	10,55	11,29	11,89	13,99
1440	3,92	4,86	5,71	6,28	6,72	7,08	8,33





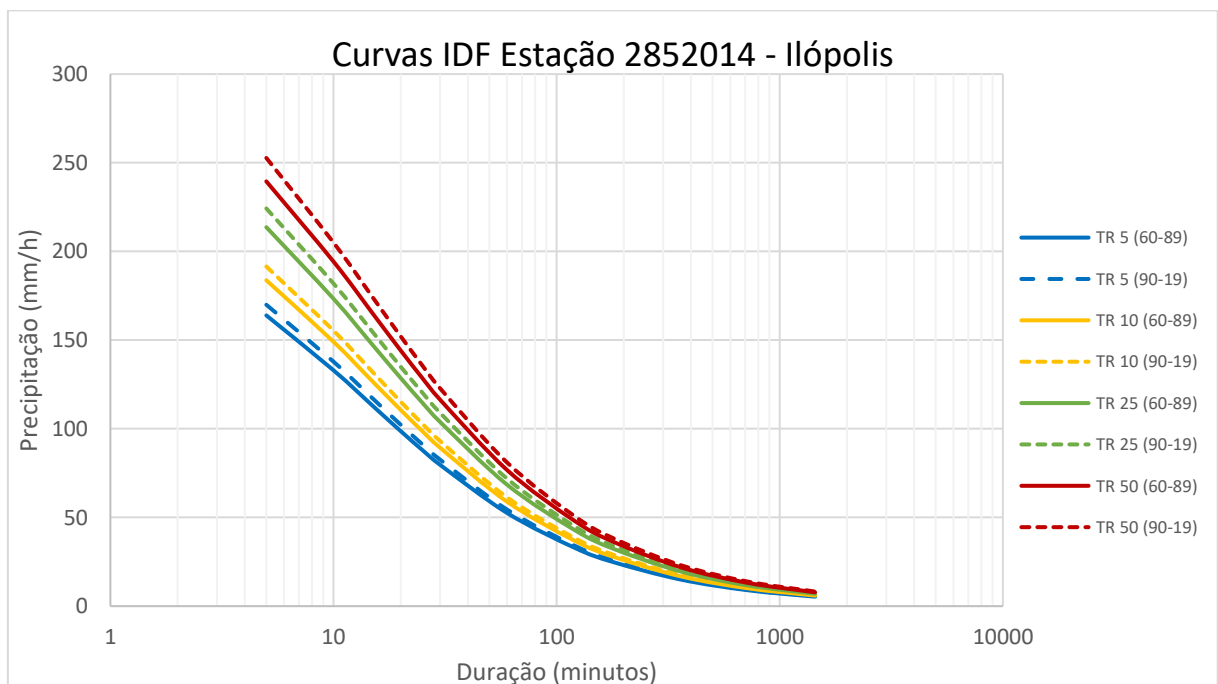
2851022 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	125,54	144,67	161,06	171,49	179,30	185,60	206,63
10	101,84	117,36	130,65	139,11	145,45	150,56	167,61
15	86,46	99,63	110,92	118,10	123,48	127,82	142,30
20	75,58	87,09	96,96	103,24	107,94	111,73	124,39
25	67,42	77,70	86,50	92,10	96,30	99,68	110,97
30	61,06	70,36	78,33	83,41	87,20	90,27	100,49
60	40,21	46,34	51,59	54,93	57,43	59,45	66,18
120	25,27	29,12	32,41	34,51	36,09	37,35	41,59
180	18,99	21,88	24,36	25,94	27,12	28,07	31,25
360	11,49	13,24	14,74	15,69	16,41	16,98	18,91
720	6,88	7,92	8,82	9,39	9,82	10,17	11,32
1440	4,09	4,72	5,25	5,59	5,85	6,05	6,74

2851022 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	132,79	155,83	175,89	188,79	198,52	206,41	232,97
10	107,72	126,41	142,68	153,15	161,04	167,44	188,99
15	91,45	107,32	121,13	130,02	136,72	142,15	160,45
20	79,94	93,81	105,89	113,66	119,51	124,26	140,25
25	71,32	83,69	94,46	101,40	106,62	110,86	125,12
30	64,58	75,79	85,55	91,82	96,55	100,39	113,31
60	42,53	49,91	56,34	60,47	63,59	66,11	74,62
120	26,72	31,36	35,40	37,99	39,95	41,54	46,89
180	20,08	23,57	26,60	28,55	30,02	31,22	35,23
360	12,15	14,26	16,09	17,27	18,16	18,88	21,31
720	7,27	8,53	9,63	10,34	10,87	11,30	12,76
1440	4,33	5,08	5,73	6,15	6,47	6,73	7,60



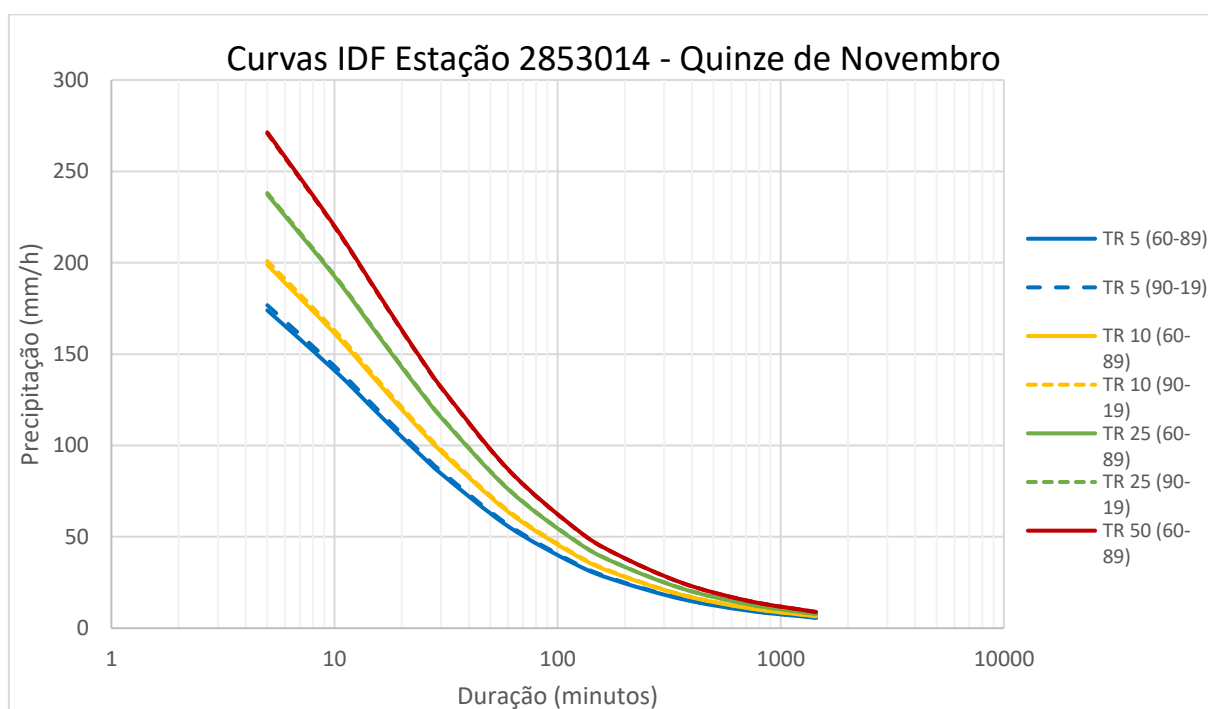
2852014 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	141,00	163,95	183,77	196,45	205,97	213,68	239,50
10	114,38	133,00	149,07	159,36	167,09	173,34	194,29
15	97,11	112,92	126,56	135,30	141,86	147,16	164,95
20	84,89	98,71	110,64	118,27	124,01	128,64	144,19
25	75,73	88,06	98,70	105,51	110,63	114,77	128,64
30	68,58	79,75	89,38	95,55	100,19	103,93	116,49
60	45,17	52,52	58,87	62,93	65,98	68,45	76,72
120	28,38	33,00	36,99	39,54	41,46	43,01	48,21
180	21,33	24,80	27,79	29,71	31,15	32,32	36,23
360	12,90	15,00	16,81	17,97	18,85	19,55	21,91
720	7,72	8,98	10,06	10,76	11,28	11,70	13,12
1440	4,60	5,35	5,99	6,41	6,72	6,97	7,81

2852014 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	145,12	169,94	191,50	205,36	215,80	224,26	252,71
10	117,73	137,86	155,35	166,59	175,06	181,92	205,00
15	99,95	117,04	131,89	141,44	148,63	154,45	174,05
20	87,37	102,31	115,30	123,64	129,92	135,02	152,14
25	77,95	91,28	102,86	110,30	115,91	120,45	135,73
30	70,59	82,66	93,15	99,89	104,97	109,08	122,92
60	46,49	54,44	61,34	65,78	69,13	71,84	80,95
120	29,21	34,20	38,54	41,33	43,43	45,13	50,86
180	21,95	25,70	28,96	31,06	32,64	33,92	38,22
360	13,28	15,55	17,52	18,79	19,74	20,52	23,12
720	7,95	9,31	10,49	11,25	11,82	12,28	13,84
1440	4,73	5,54	6,24	6,70	7,04	7,31	8,24



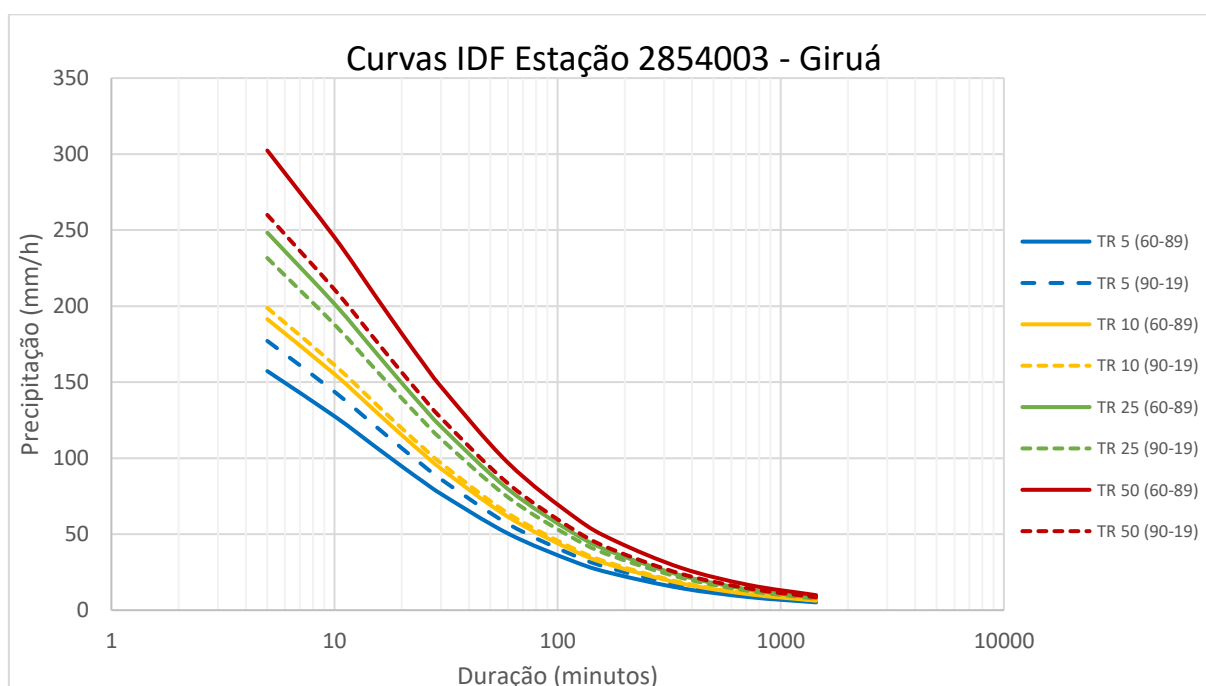
2853014 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	145,72	173,94	198,86	215,06	227,35	237,36	271,37
10	118,20	141,09	161,31	174,45	184,42	192,54	220,13
15	100,35	119,78	136,94	148,10	156,56	163,46	186,88
20	87,72	104,71	119,71	129,46	136,86	142,89	163,36
25	78,26	93,41	106,80	115,50	122,10	127,48	145,74
30	70,87	84,59	96,71	104,59	110,57	115,44	131,98
60	46,68	55,71	63,70	68,89	72,82	76,03	86,92
120	29,33	35,01	40,02	43,29	45,76	47,78	54,62
180	22,04	26,31	30,08	32,53	34,39	35,90	41,05
360	13,34	15,92	18,20	19,68	20,81	21,72	24,83
720	7,98	9,53	10,90	11,78	12,46	13,00	14,87
1440	4,75	5,67	6,49	7,02	7,42	7,74	8,85

2853014 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	149,16	176,75	200,97	216,65	228,50	238,15	270,78
10	120,99	143,38	163,02	175,74	185,36	193,18	219,65
15	102,72	121,72	138,40	149,20	157,36	164,00	186,47
20	89,79	106,40	120,98	130,42	137,56	143,36	163,00
25	80,11	94,93	107,93	116,35	122,72	127,90	145,42
30	72,54	85,96	97,74	105,37	111,13	115,82	131,69
60	47,78	56,61	64,37	69,39	73,19	76,28	86,73
120	30,02	35,57	40,45	43,60	45,99	47,93	54,50
180	22,56	26,73	30,40	32,77	34,56	36,02	40,95
360	13,65	16,17	18,39	19,82	20,91	21,79	24,78
720	8,17	9,68	11,01	11,87	12,52	13,04	14,83
1440	4,86	5,76	6,55	7,07	7,45	7,77	8,83



2854003 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	121,22	157,25	191,45	214,81	233,09	248,34	302,36
10	98,34	127,56	155,30	174,25	189,08	201,45	245,27
15	83,49	108,30	131,85	147,94	160,53	171,03	208,23
20	72,98	94,67	115,26	129,32	140,33	149,51	182,03
25	65,11	84,45	102,82	115,37	125,19	133,38	162,39
30	58,96	76,48	93,12	104,48	113,37	120,79	147,06
60	38,83	50,37	61,32	68,80	74,66	79,54	96,85
120	24,40	31,65	38,53	43,23	46,91	49,98	60,85
180	18,33	23,78	28,95	32,49	35,25	37,56	45,73
360	11,09	14,39	17,51	19,65	21,32	22,72	27,66
720	6,64	8,61	10,48	11,76	12,76	13,60	16,56
1440	3,95	5,13	6,24	7,00	7,60	8,10	9,86

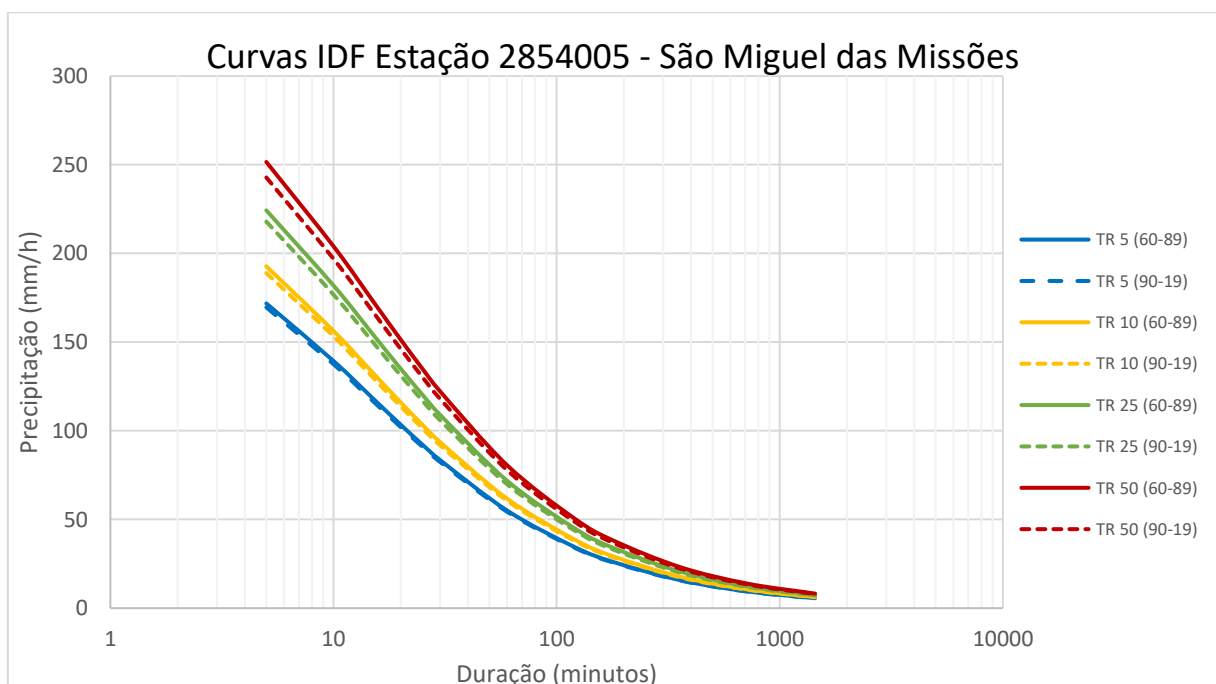
2854003 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	152,01	177,10	198,80	212,70	223,16	231,62	259,99
10	123,31	143,66	161,27	172,55	181,02	187,89	210,91
15	104,69	121,97	136,91	146,49	153,69	159,51	179,06
20	91,51	106,62	119,68	128,05	134,34	139,44	156,52
25	81,64	95,12	106,77	114,24	119,85	124,40	139,64
30	73,93	86,14	96,69	103,45	108,54	112,65	126,45
60	48,69	56,73	63,68	68,13	71,48	74,19	83,28
120	30,59	35,64	40,01	42,81	44,91	46,61	52,32
180	22,99	26,78	30,06	32,17	33,75	35,03	39,32
360	13,91	16,20	18,19	19,46	20,41	21,19	23,78
720	8,32	9,70	10,89	11,65	12,22	12,68	14,24
1440	4,96	5,77	6,48	6,93	7,28	7,55	8,48



2854005 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	147,64	171,83	192,72	206,11	216,16	224,30	251,58
10	119,76	139,38	156,33	167,18	175,34	181,94	204,07
15	101,67	118,33	132,72	141,93	148,86	154,46	173,24
20	88,87	103,43	116,01	124,07	130,12	135,02	151,44
25	79,29	92,28	103,50	110,68	116,08	120,45	135,10
30	71,80	83,56	93,73	100,24	105,13	109,08	122,35
60	47,29	55,03	61,73	66,01	69,23	71,84	80,58
120	29,71	34,58	38,79	41,48	43,50	45,14	50,63
180	22,33	25,99	29,15	31,17	32,69	33,93	38,05
360	13,51	15,72	17,64	18,86	19,78	20,52	23,02
720	8,09	9,41	10,56	11,29	11,84	12,29	13,78
1440	4,82	5,60	6,29	6,72	7,05	7,32	8,21

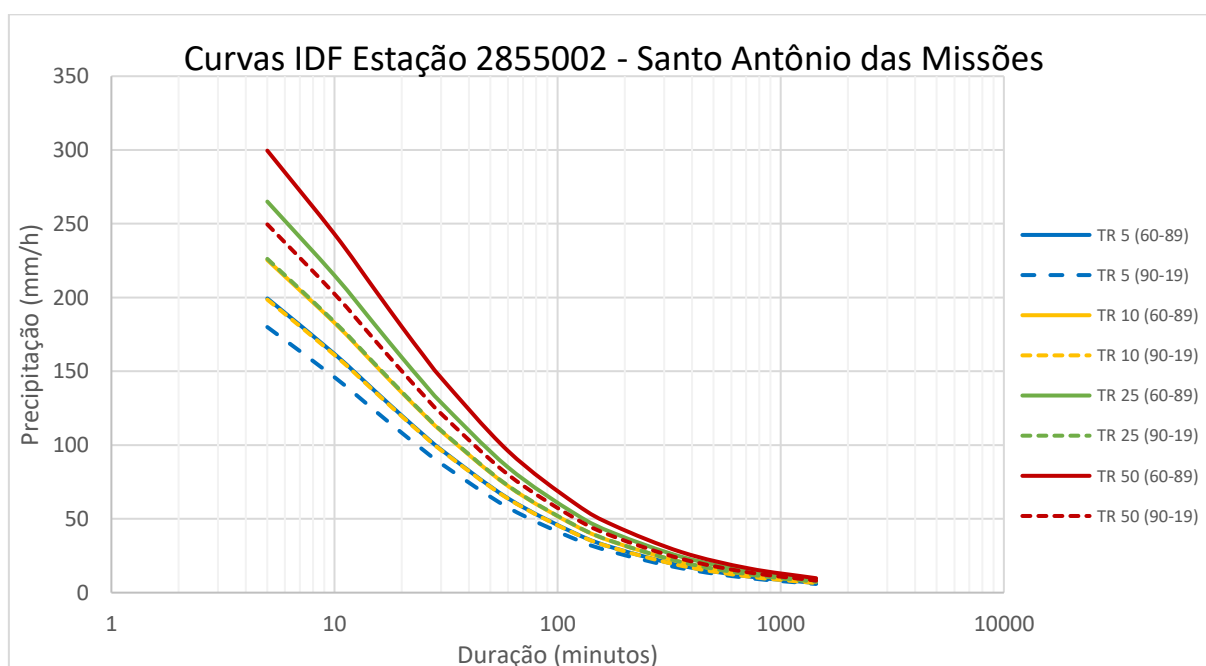
  

2854005 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	147,02	169,60	188,95	201,28	210,51	217,96	242,83
10	119,26	137,57	153,27	163,27	170,75	176,80	196,97
15	101,25	116,79	130,12	138,61	144,96	150,10	167,22
20	88,51	102,09	113,74	121,16	126,72	131,21	146,18
25	78,96	91,08	101,47	108,09	113,05	117,05	130,41
30	71,50	82,48	91,89	97,89	102,38	106,00	118,10
60	47,09	54,32	60,52	64,47	67,42	69,81	77,78
120	29,59	34,13	38,03	40,51	42,37	43,87	48,87
180	22,24	25,65	28,58	30,44	31,84	32,97	36,73
360	13,45	15,52	17,29	18,42	19,26	19,94	22,22
720	8,05	9,29	10,35	11,03	11,53	11,94	13,30
1440	4,80	5,53	6,16	6,57	6,87	7,11	7,92



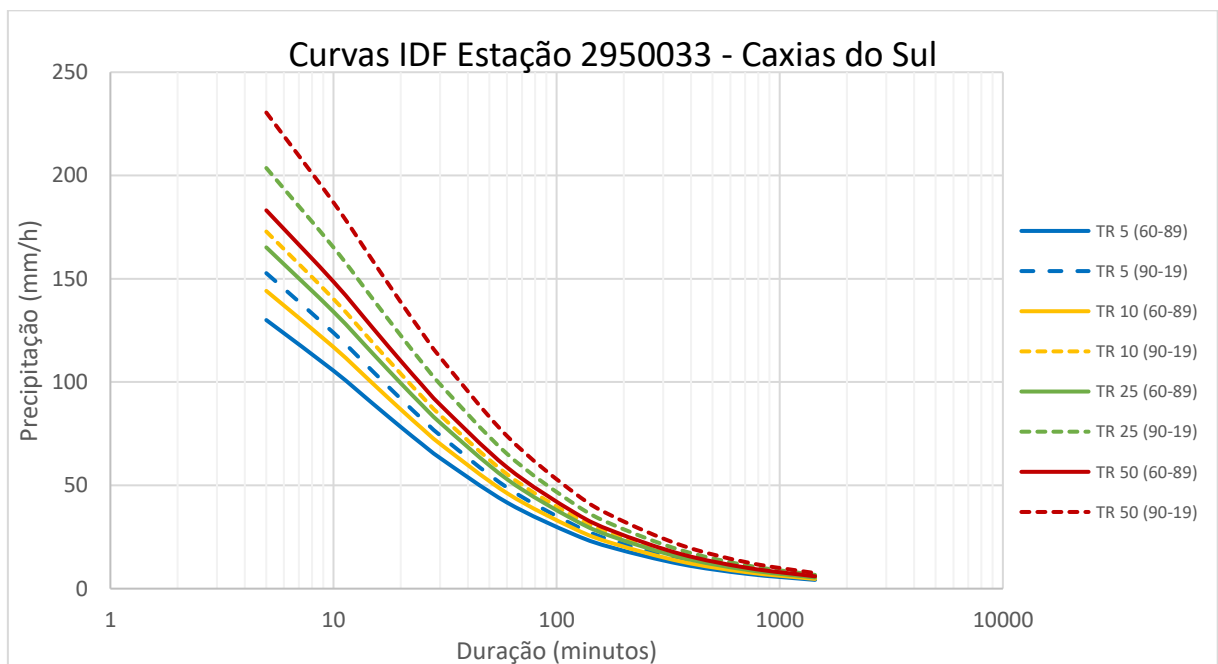
2855002 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	169,58	199,40	225,40	242,15	254,78	265,03	299,58
10	137,57	161,75	182,84	196,43	206,67	214,99	243,01
15	116,79	137,33	155,23	166,76	175,46	182,52	206,31
20	102,09	120,04	135,69	145,77	153,38	159,55	180,35
25	91,08	107,09	121,05	130,05	136,83	142,34	160,89
30	82,48	96,98	109,63	117,77	123,92	128,90	145,70
60	54,32	63,87	72,19	77,56	81,61	84,89	95,96
120	34,13	40,13	45,36	48,73	51,27	53,34	60,29
180	25,65	30,16	34,09	36,62	38,53	40,08	45,31
360	15,51	18,24	20,62	22,15	23,31	24,25	27,41
720	9,29	10,92	12,34	13,26	13,95	14,51	16,41
1440	5,53	6,50	7,35	7,89	8,31	8,64	9,77

2855002 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	158,03	179,99	198,60	210,37	219,14	226,19	249,59
10	128,19	146,00	161,10	170,64	177,76	183,48	202,46
15	108,83	123,95	136,77	144,87	150,91	155,77	171,88
20	95,13	108,35	119,55	126,64	131,92	136,17	150,25
25	84,87	96,66	106,66	112,98	117,69	121,48	134,04
30	76,86	87,54	96,59	102,31	106,58	110,01	121,39
60	50,62	57,65	63,61	67,38	70,19	72,45	79,94
120	31,81	36,22	39,97	42,34	44,10	45,52	50,23
180	23,90	27,22	30,04	31,82	33,15	34,21	37,75
360	14,46	16,47	18,17	19,25	20,05	20,70	22,84
720	8,66	9,86	10,88	11,52	12,00	12,39	13,67
1440	5,15	5,87	6,48	6,86	7,15	7,38	8,14



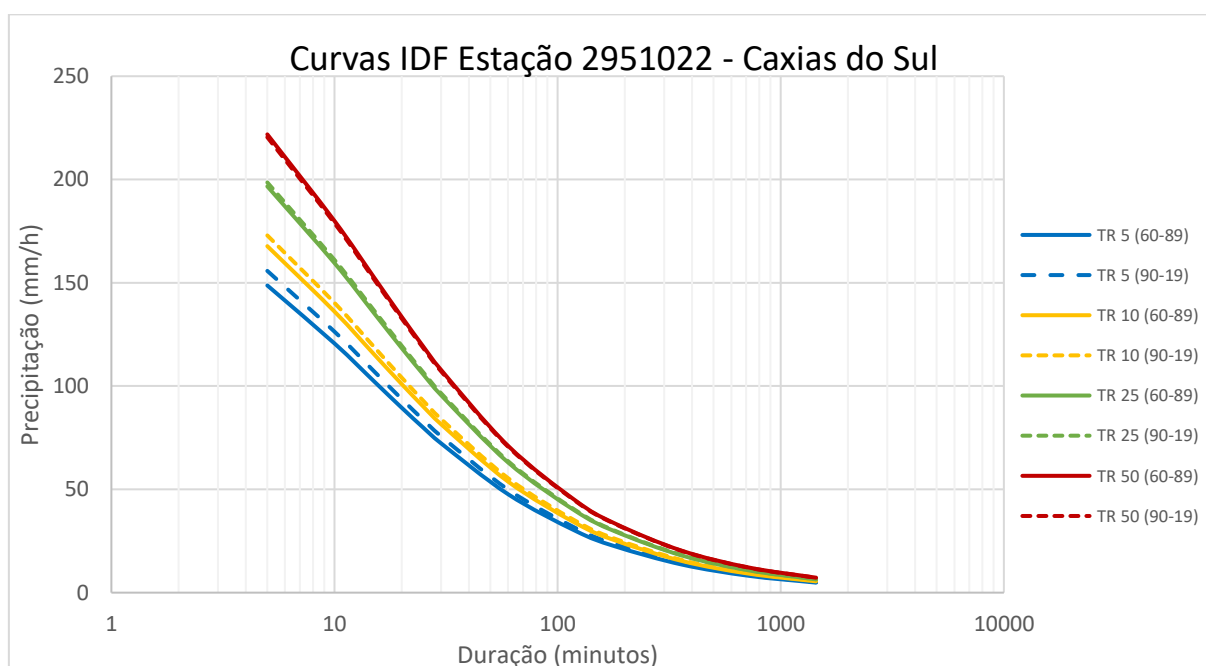
2950033 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	113,44	130,01	144,13	153,09	159,79	165,18	183,13
10	92,05	105,49	116,95	124,22	129,65	134,03	148,59
15	78,16	89,57	99,30	105,48	110,09	113,80	126,17
20	68,32	78,30	86,81	92,21	96,24	99,49	110,30
25	60,95	69,86	77,45	82,26	85,86	88,76	98,40
30	55,20	63,26	70,14	74,50	77,75	80,38	89,11
60	36,35	41,66	46,18	49,05	51,20	52,93	58,68
120	22,83	26,17	29,01	30,81	32,16	33,25	36,86
180	17,15	19,66	21,79	23,15	24,16	24,98	27,69
360	10,37	11,89	13,18	14,00	14,61	15,10	16,74
720	6,21	7,11	7,88	8,37	8,74	9,04	10,02
1440	3,69	4,23	4,69	4,98	5,20	5,38	5,96

2950033 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	129,66	152,73	172,87	185,86	195,66	203,62	230,47
10	105,18	123,89	140,23	150,76	158,72	165,17	186,95
15	89,29	105,18	119,05	127,99	134,75	140,23	158,72
20	78,05	91,94	104,06	111,88	117,79	122,58	138,74
25	69,63	82,02	92,84	99,81	105,08	109,35	123,77
30	63,06	74,28	84,07	90,39	95,16	99,03	112,09
60	41,53	48,92	55,37	59,53	62,67	65,22	73,82
120	26,09	30,73	34,79	37,40	39,37	40,98	46,38
180	19,61	23,10	26,14	28,11	29,59	30,79	34,85
360	11,86	13,97	15,81	17,00	17,90	18,63	21,08
720	7,10	8,36	9,47	10,18	10,71	11,15	12,62
1440	4,23	4,98	5,64	6,06	6,38	6,64	7,51



2951022 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	126,83	148,71	167,74	179,98	189,20	196,68	221,84
10	102,88	120,63	136,06	145,99	153,47	159,54	179,95
15	87,34	102,41	115,51	123,94	130,29	135,44	152,77
20	76,35	89,52	100,97	108,34	113,90	118,40	133,55
25	68,11	79,86	90,08	96,66	101,61	105,62	119,14
30	61,68	72,32	81,58	87,53	92,02	95,65	107,89
60	40,62	47,63	53,72	57,64	60,60	62,99	71,05
120	25,52	29,93	33,76	36,22	38,08	39,58	44,65
180	19,18	22,49	25,37	27,22	28,61	29,74	33,55
360	11,60	13,61	15,35	16,47	17,31	17,99	20,30
720	6,95	8,14	9,19	9,86	10,36	10,77	12,15
1440	4,14	4,85	5,47	5,87	6,17	6,41	7,23

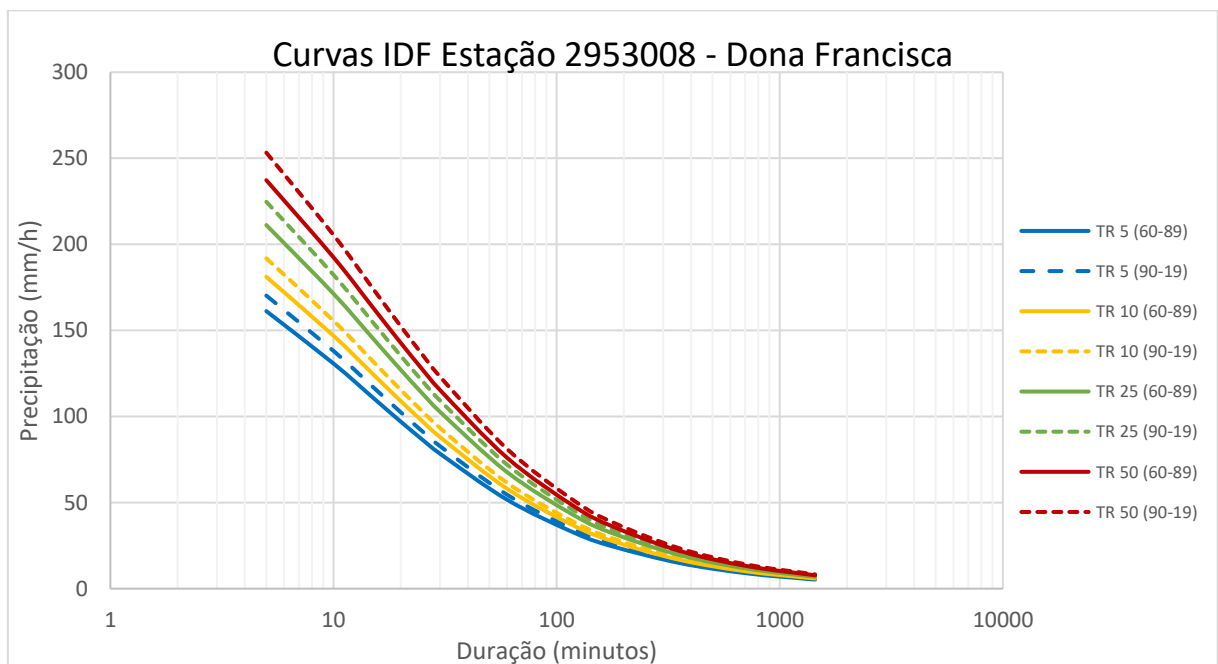
2951022 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	135,64	155,75	172,93	183,84	192,00	198,57	220,47
10	110,03	126,34	140,27	149,12	155,74	161,07	178,83
15	93,41	107,26	119,09	126,60	132,22	136,74	151,82
20	81,65	93,76	104,10	110,67	115,58	119,53	132,71
25	72,84	83,64	92,87	98,73	103,11	106,64	118,40
30	65,97	75,75	84,10	89,41	93,37	96,57	107,22
60	43,44	49,88	55,38	58,88	61,49	63,60	70,61
120	27,30	31,34	34,80	36,99	38,64	39,96	44,37
180	20,51	23,55	26,15	27,80	29,03	30,03	33,34
360	12,41	14,25	15,82	16,82	17,56	18,17	20,17
720	7,43	8,53	9,47	10,07	10,51	10,87	12,07
1440	4,42	5,08	5,64	5,99	6,26	6,47	7,19





2953008 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	138,24	161,22	181,11	193,86	203,45	211,21	237,27
10	112,14	130,78	146,91	157,26	165,04	171,33	192,47
15	95,20	111,03	124,72	133,51	140,11	145,46	163,40
20	83,22	97,05	109,03	116,71	122,48	127,15	142,84
25	74,24	86,58	97,27	104,12	109,27	113,43	127,43
30	67,23	78,41	88,08	94,29	98,95	102,73	115,40
60	44,28	51,64	58,01	62,09	65,17	67,65	76,00
120	27,82	32,45	36,45	39,02	40,95	42,51	47,75
180	20,91	24,38	27,39	29,32	30,77	31,94	35,88
360	12,65	14,75	16,57	17,74	18,61	19,32	21,71
720	7,57	8,83	9,92	10,62	11,14	11,57	12,99
1440	4,51	5,26	5,91	6,32	6,63	6,89	7,74

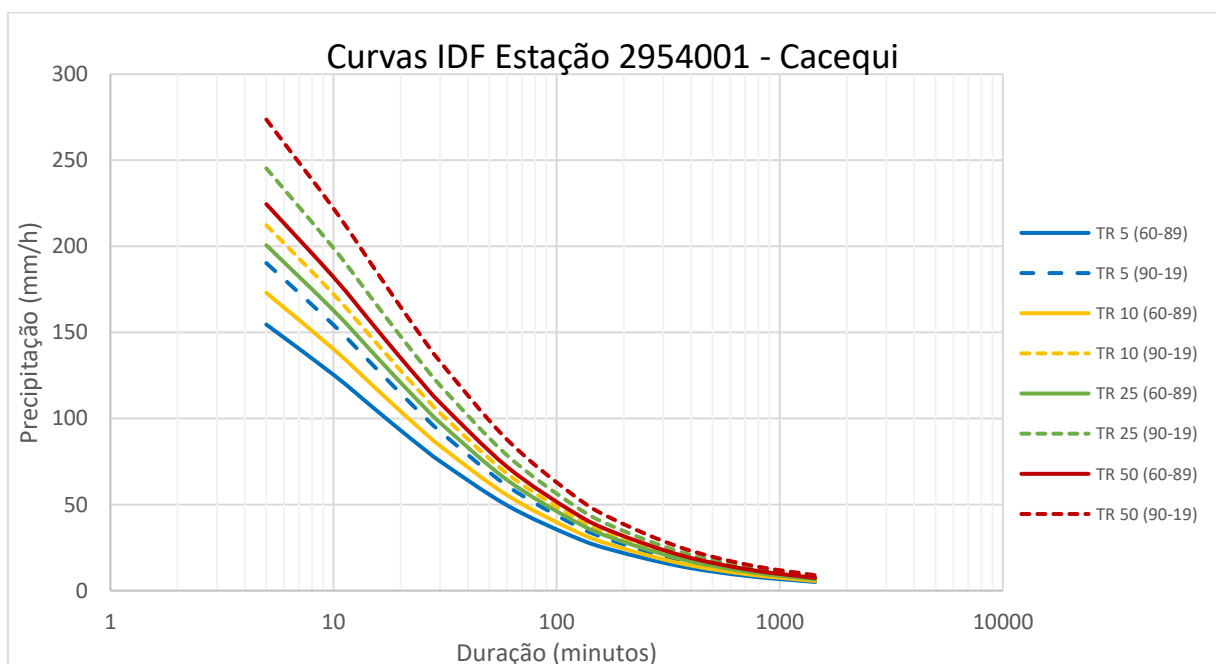
2953008 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	145,34	170,24	191,86	205,77	216,24	224,72	253,27
10	117,90	138,09	155,64	166,91	175,41	182,29	205,45
15	100,10	117,24	132,13	141,71	148,92	154,76	174,42
20	87,50	102,48	115,50	123,87	130,18	135,29	152,47
25	78,06	91,43	103,04	110,51	116,13	120,69	136,02
30	70,69	82,80	93,32	100,08	105,17	109,30	123,18
60	46,56	54,53	61,46	65,91	69,26	71,98	81,13
120	29,25	34,26	38,62	41,41	43,52	45,23	50,97
180	21,98	25,75	29,02	31,12	32,71	33,99	38,31
360	13,30	15,58	17,56	18,83	19,79	20,56	23,17
720	7,96	9,32	10,51	11,27	11,84	12,31	13,87
1440	4,74	5,55	6,26	6,71	7,05	7,33	8,26



2954001 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	133,26	154,60	172,98	184,73	193,54	200,67	224,53
10	108,10	125,41	140,32	149,85	157,00	162,79	182,14
15	91,78	106,47	119,13	127,22	133,30	138,20	154,64
20	80,23	93,07	104,14	111,21	116,52	120,81	135,18
25	71,57	83,03	92,91	99,22	103,95	107,78	120,59
30	64,82	75,20	84,14	89,85	94,14	97,60	109,21
60	42,69	49,52	55,41	59,17	61,99	64,28	71,92
120	26,82	31,11	34,81	37,18	38,95	40,39	45,19
180	20,15	23,38	26,16	27,94	29,27	30,35	33,96
360	12,19	14,14	15,82	16,90	17,71	18,36	20,54
720	7,30	8,47	9,47	10,12	10,60	10,99	12,29
1440	4,34	5,04	5,64	6,02	6,31	6,54	7,32

2954001 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	164,68	190,30	212,29	226,32	236,83	245,32	273,68
10	133,58	154,36	172,21	183,59	192,11	199,00	222,00
15	113,41	131,05	146,20	155,86	163,10	168,95	188,48
20	99,14	114,56	127,80	136,25	142,57	147,68	164,76
25	88,44	102,20	114,01	121,55	127,19	131,75	146,98
30	80,09	92,55	103,25	110,07	115,19	119,32	133,11
60	52,75	60,95	68,00	72,49	75,86	78,58	87,66
120	33,14	38,30	42,73	45,55	47,66	49,37	55,08
180	24,91	28,78	32,11	34,23	35,82	37,10	41,39
360	15,07	17,41	19,42	20,71	21,67	22,45	25,04
720	9,02	10,42	11,63	12,40	12,97	13,44	14,99
1440	5,37	6,21	6,92	7,38	7,72	8,00	8,92



2954004 (1960 - 1989)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	158,83	187,99	213,55	230,09	242,59	252,76	287,13
10	128,84	152,49	173,23	186,64	196,78	205,03	232,91
15	109,38	129,46	147,06	158,45	167,06	174,06	197,73
20	95,61	113,17	128,55	138,51	146,04	152,16	172,85
25	85,30	100,96	114,69	123,57	130,28	135,74	154,20
30	77,25	91,43	103,86	111,90	117,98	122,93	139,65
60	50,87	60,21	68,40	73,70	77,70	80,96	91,97
120	31,97	37,84	42,98	46,31	48,83	50,87	57,79
180	24,03	28,44	32,30	34,80	36,70	38,23	43,43
360	14,54	17,20	19,54	21,06	22,20	23,13	26,28
720	8,70	10,30	11,70	12,61	13,29	13,85	15,73
1440	5,18	6,13	6,97	7,51	7,91	8,25	9,37

2954004 (1990 - 2019)							
Duração Da Chuva	Chuva Estimada (mm/h)						
	Tempo de Retorno						
	2	5	10	15	20	25	50
5	155,18	182,76	206,83	222,35	234,07	243,58	275,67
10	125,88	148,25	167,78	180,37	189,88	197,59	223,62
15	106,87	125,86	142,44	153,13	161,20	167,75	189,85
20	93,42	110,02	124,52	133,86	140,92	146,64	165,96
25	83,34	98,15	111,08	119,42	125,71	130,82	148,05
30	75,48	88,89	100,60	108,15	113,85	118,47	134,08
60	49,70	58,54	66,25	71,22	74,97	78,02	88,29
120	31,23	36,78	41,62	44,75	47,10	49,02	55,47
180	23,47	27,64	31,28	33,62	35,40	36,83	41,69
360	14,19	16,72	18,92	20,34	21,41	22,28	25,22
720	8,50	10,01	11,32	12,17	12,82	13,34	15,09
1440	5,06	5,96	6,74	7,25	7,63	7,94	8,99

